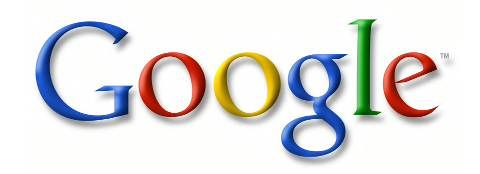
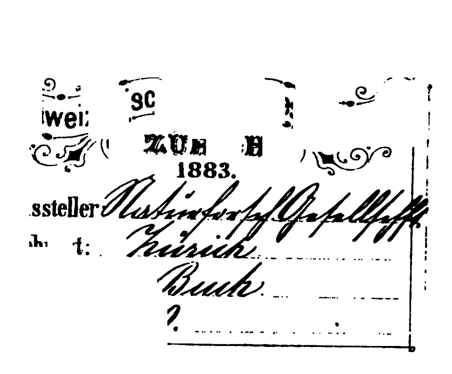
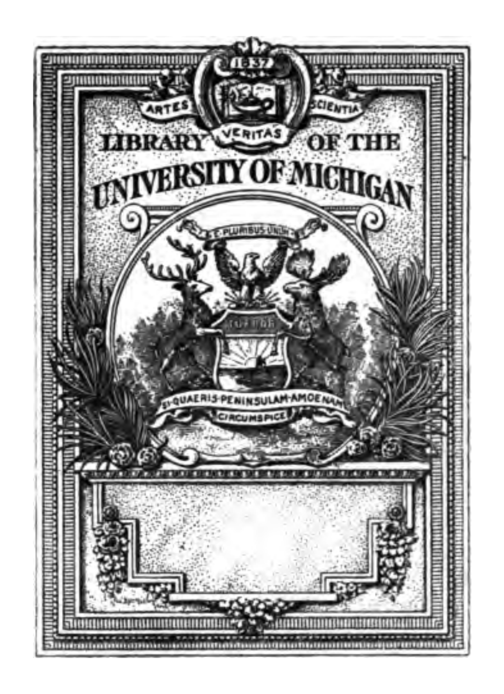





1883.
ssteller
Zürich
Buch


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Redigirt

von

Dr. Rudolf Wolf,
Prof. der Astronomie in Zürich.

Zwanzigster Jahrgang.

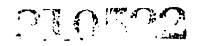
Zürich,
in Commission bei S. Höhr.
1875.

Inhalt.

Seite.

Billeter, Ueber organische Sulfocyanverbindungen . . 1
Fiedler, Verzeichniss der wissenschaftlichen Publikationen Müller's 151
— Rede an Müller's Grabe 155
Fritz, Die grösseren Perioden des Polarlichtes . . 158
Gnehm, Ueber Derivate des Diphenylamins . . . 255
Herzog, Bestimmung einiger speciellen Minimalflächen . 217
Kleiner, Mittheilung über eine von dem verstorbenen Prof. J. J. Müller begonnene Untersuchung über den Einfluss von Isolatoren auf elektrodynamische Fernwirkung 135
Luchsinger, Zur Physiologie und Pathologie des Glykogens 47
Müller, Ueber den Verlauf der Bewegungen im Universum 312
Orelli, Ueber die geometrische Bedeutung der Multiplikation komplexer Zahlen 443
Weilenmann, Ueber ein abgeändertes Aneroidbarometer und Beziehung zwischen Luftdruck, Temperatur und Höhe in der Atmosphäre 385
Wolf, Astronomische Mittheilungen 322

Abeljanz, Ueber Benzolkalium 458
Baltzer, Vorkommen von Tridymit 182
Bürkli, Ueber einen Hipp'schen Controlapparat . . . 201
Culmann, Anwendung komprimirter Luft bei Gründungen . 192
Fiedler, Notiz über algebraische Raumcurven, deren System zu sich selbst dual oder reciprok ist 173
— Geometrische Mittheilungen 184 195



Seite.

Fliegner, Ueber das Bürgin'sche Verfahren, die Adhäsion der Locomotiven durch Magnetismus zu verstärken . . 359
Fritz, Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Hagelfällen 205
Heim, Antheil der Gletscher bei Bildung der Thäler . . 205
Hermann, Nachruf an Müller 187
Mayer, Reise durch die Basilicata 180
— Ueber das Alter der Uetliberg-Nagelfluh 370
— Ueber das Alter der Au-Nagelfluh 465
Merz, Zur Kenntniss des Cyans 457
Schaer, Ueber verschiedene Desinfectionsmittel . . . 197
Weilenmann, Auszüge aus den Sitzungsprotokollen . 180 354 464
Wolf, Ueber das Sehen der Sterne aus tiefen Brunnen . . 179
— Aus einem Schreiben des sel. Prof. Dr. Gräffe vom 13. April 1872 352
— Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte (Forts.) 208 379 491
Ziegler, Ueber Orographie und Geologie des Ober-Engadin und der Berninagruppe 365


NATURFORSCHENDE
GESELLSCHAFT
IN
ZURICH.

Personalbestand

der

naturforschenden Gesellschaft in Zürich

(Juni 1875).

a. Ordentliche Mitglieder.

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
1.	Hr.	Römer, H. Casp., alt Director	1788	1812	—
2.	-	v. Escher, G., Professor	1800	1823	1826
3.	-	Rahn, C., Med. Dr.	1802	1823	1826
4.	-	Horner, J. J., Dr., Bibliothekar	1804	1827	1831
5.	-	Zeller-Klauser, J. J., Chemiker	1806	1828	1867
6.	-	Wiser, D., Dr. phil., Mineralog	1802	1829	1843
7.	-	Keller, F., Dr. phil., Präs. d. ant. Ges.	1800	1832	1835
8.	-	Mousson, R. A., Dr. Professor	1805	1833	1839
9.	-	Siegfried, Quäst. d. schweiz. Nat. Ges.	1800	1833	1850
10.	-	Trümpler-Schulthess, J., Fabrikbes.	1805	1833	—
11.	-	Heer, O., Dr. Professor	1809	1835	1840
12.	-	Lavater, J., Apotheker	1812	1835	1851
13.	-	Ulrich, M., Professor	1802	1836	1847
14.	-	Stockar-Escher, C., Bergrath	1812	1836	1867
15.	-	Hofmeister, R. H., Professor	1814	1838	1847
16.	-	Zeller-Tobler, J., Ingenieur	1814	1838	1858
17.	-	Wolf, R., Dr. Professor	1816	1839	1856
18.	-	Kölliker, A., Dr. Prof., in Würzb. (abs.)	1817	1841	1843
19.	-	Kohler, J. M., Prof. am Polytechn.	1812	1841	—
20.	-	Meier-Hofmeister, J. C., M. Dr.	1807	1841	1866
21.	-	v. Muralt, L., M. Dr.	1806	1841	1865
22.	-	Koch, Ernst, Färber	1819	1842	—
23.	-	Nüscheler, A., alt Rechenschreiber	1811	1842	1855

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
24.	Hr.	Zeller-Zundel, A., Landökonom	1817	1842	—
25.	-	Denzler, H., Ingenieur (abs.)	1814	1843	1850
26.	-	Wild, J., Professor	1814	1843	—
27.	-	Ziegler, M., Dr., Geogr. in Winterthur	1801	1843	1867
28.	-	Escher, J., Dr., Oberrichter	1818	1846	1866
29.	-	Menzel, A., Professor	1810	1847	1857
30.	-	Meyer, H., Dr. Professor	1815	1847	1862
31.	-	Frey, H., Dr. Professor	1822	1848	1853
32.	-	Denzler, W., Professor	1811	1848	—
33.	-	Goldschmid, J., Mechaniker	1815	1849	—
34.	-	Amsler, K., Dr. Prof. in Schaffh. (abs.)	1823	1851	—
35.	-	Gastell, A. J., Dr. Professor	1822	1851	—
36.	-	Siber, G., Kaufmann	1827	1852	—
37.	-	Cloetta, A. L., Dr. Professor	1828	1854	—
38.	-	Rahn-Meier, Med. Dr.	1828	1854	—
39.	-	Pestalozzi, Herm., Med. Dr.	1826	1854	1860
40.	-	Stöhr, Mineralog	1820	1854	—
41.	-	Hug, Prof. d. Math.	1822	1854	—
42.	-	Schindler-Escher, C., Kaufmann	1828	1854	—
43.	-	Sidler, Dr., Professor in Bern (abs.)	1831	1855	—
44.	-	Ortgies, Obergärtner	1829	1855	—
45.	-	Culmann, Professor	1821	1855	1866
46.	-	Zeuner, G., Dr. Prof. in Freibg. (abs.)	1828	1856	1860
47.	-	Cramer, C. E., Dr. Professor	1831	1856	1871
48.	-	Escher im Brunnen, C.	1831	1856	1858
49.	-	Keller, gew. Ober-Telegraphist	1809	1856	—
50.	-	Ehrhard, G., Fürsprech	1812	1856	—
51.	-	Durège, Dr., Prof. in Prag (abs.)	1821	1857	—
52.	-	Stocker, Professor	1820	1858	—
53.	-	Pestalozzi-Hirzel, Sal.	1821	1858	—
54.	-	Renggli, A., Lehr. a. d. Thierarznsch.	1827	1858	—
55.	-	Horner, F., Dr., Professor	1831	1858	—
56.	-	Wislicenus, J., Dr., Professor (abs.)	1835	185[illegible]	1866
57.	-	Pestalozzi, Karl, Oberst, Professor	1825	1859	—
58.	-	Frey, Med. Dr.	1827	1860	—
59.	-	Widmer, Dir. der Rentenanstalt	1818	1860	—
60.	-	Billroth, Dr., Prof. in Wien (abs.)	1829	1860	—
61.	-	Orelli, Professor	1822	1860	—

Nr.		Name	Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
62.	Hr.	Graberg, Fr., ...	1836	1860	—
63.	-	Kenngott, Ad., Dr. Prof. . . .	1818	1861	1868
64.	-	Mousson-May, R. E. H. . . .	1831	1861	—
65.	-	Goll, Fr., Med. Dr. . . .	1828	1862	—
66.	-	Lehmann, Fr., Med. Dr. . .	1825	1862	—
67.	-	Bürkli, Fr., Zeitungsschreiber .	1818	1862	—
68.	-	Christoffel, Dr., Prof. in Strassb. (abs.)	1829	1862	—
69.	-	Schwarzenberg, Philipp, Dr. .	1817	1862	—
70.	-	Hotz, J., gew. Staatsarchivar .	1822	1862	—
71.	-	Studer, H., Bankpräsident . .	1815	1863	—
72.	-	Huber, E., Ingenieur . . .	1836	1863	—
73.	-	Reye, C. Th., Dr. Prof. in Strassb. (abs.)	1838	1863	—
74.	-	Kym, Professor	1823	1863	—
75.	-	Suter, H., Seidenfabrikant . .	1841	1864	—
76.	-	Rambert, Professor . . .	1830	1864	—
77.	-	Kopp, J. J., Prof. d. Forstw. .	1819	1864	—
78.	-	Mühlberg, Prof. in Aarau (abs.) .	1840	1864	—
79.	-	Baltzer, Dr. phil., Professor . .	1842	1864	—
80.	-	Wettstein, Heinrich, Dr. phil., Seminarlehrer in Küssnacht .	1831	1864	—
81.	-	Stüssi, Heinr., Mathematiker .	1842	1864	—
82.	-	Meyer, Arnold, Dr. phil., Professor, Rector der Industrieschule . .	1844	1864	—
83.	-	Fritz, Prof. am Polytechnikum .	1830	1865	1873
84.	-	Ernst, Fr., Dr. Med., früher Prof. an der Universität . . .	1828	1865	—
85.	-	Lommel, Eug., Dr. Prof. (abs.) .	1837	1865	—
86.	-	Eberth, Carl Jos., Dr. Prof. . .	1835	1865	—
87.	-	Schinz-Vögeli, Rud., Eisenhändler	1829	1865	—
88.	-	Egli, Joh. Jakob, Dr. phil. . .	1825	1866	—
89.	-	Weith, Wilh., Dr. Prof. . . .	1846	1866	1873
90.	-	Ris, Ferd., Dr. Med. . . .	1839	1866	—
91.	-	Weilenmann, Aug., Professor .	1843	1866	1872
92.	-	Fiedler, Wilh., Dr. Professor .	1832	1867	1871
93.	-	Merz, Victor, Dr. Professor . .	1839	1867	—
94.	-	Gusserow, A., Dr. Prof. (abs.) .	1836	1868	—
95.	-	Rose, E., Dr. med., Prof. . .	1836	1868	—
96.	-	Schoch, G., Dr. med., in Meilen .	1833	1868	1870

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
97.	Hr.	Kundt, Aug., Dr. Prof. in Strassburg	1839	1868	—
98.	-	Labhardt, Jak., Erz. in Männedorf	1830	1868	—
99.	-	Hermann, Dr. Professor . .	1838	1868	1870
100.	-	Bürkli, Arnold, Stadt-Ingenieur .	1833	1869	1873
101.	-	Escher-Hotz, Emil, Fabrikbesitzer	1817	1869	—
102.	-	Meyer, G. A., Lehrer am evangelischen Seminar	1845	1869	—
103.	-	Schwarz, H. A., Dr. Professor .	1843	1869	1871
104.	-	Tuchschmid, Dr. Prof. (abs.) .	1847	1869	—
105.	-	Lasius, Professor	1835	1869	—
106.	-	Beck, Alex., Prof. in Riga (abs.) .	1847	1870	—
107.	-	Weber, H., Dr. Professor . .	1842	1870	1872
108.	-	Olivier, Dr. Professor . . .	1829	1870	—
109.	-	Schneebeli, Dr. Prof., der Physik in Neuenburg (abs.) . . .	1849	1870	—
110.	-	Fliegner, A., Professor . . .	1842	1870	1874
111.	-	Heim, Alb., Professor . . .	1849	1870	1874
112.	-	Kohlrausch, Dr. Prof. (abs.) . .	1840	1870	—
113.	-	Jäggi, Conserv. d. bot. Samml. .	1829	1870	—
114.	-	Affolter, F., Prof. (abs.) . .	—	1870	—
115.	-	Müller, Apotheker	1835	1870	—
116.	-	Mösch, Cas., Dr., Privatdozent .	1827	1871	—
117.	-	Suter, Heinr., Dr. Phil., Prof. (abs.)	1848	1871	—
118.	-	Kopp, Emil, Dr. Prof. d. Chemie .	1817	1871	1873
119.	-	Krämer, Adolf, Dr. Professor .	1832	1871	—
120.	-	Nowacki, Dr. Professor . . .	1839	1871	—
121.	-	Bollinger, Otto, Dr. Prof. (abs.) .	1843	1871	—
122.	-	Brunner, Heinr., Dr. Prof. in Lausanne (abs.) . . .	1847	1871	—
123.	-	Pestalozzi, Salomon, Ingenieur .	1841	1872	—
124.	-	v. Tribolet, Moritz, Dr., . .	1852	1872	—
125.	-	Martini, Friedr., Ing., Frauenfeld	1833	1872	—
126.	-	Linnekogel, Otto, Kaufm., Frauenf.	1835	1872	—
127.	-	Meyer, Victor, Dr. Prof. d. Chemie am Polytechnikum . . .	1848	1872	1875
128.	-	Schulze, Ernst, Dr. Prof. d. Agriculturchemie am Polytechnikum	1840	1872	—
129.	-	Mayer, Carl, Dr., Professor . .	1827	1872	1875

Schon 7 Jahre früher hatte Hofmann[1]) durch Destillation von Diphenylsulfoharnstoff mit wasserfreier Phosphorsäure einen Körper erhalten, dem die Formel $CNS . C_6 H_5$ zukam. Hofmann erkannte zwar sofort dessen Analogie mit dem Allylsenföl an seinem Verhalten gegen Ammoniak und substituirte Amine und nannte ihn daher das Senföl der Phenylreihe. Er hielt die Verbindung aber doch für einen Aether der Sulfocyanwasserstoffsäure, denn er sagt: »Diese Entstehungsweise des Sulfocyanphenyls wird sich eignen zur Darstellung einer grossen Anzahl von durch die Theorie vorgesehenen Verbindungen, welche bis jetzt nicht verwirklicht werden konnten; bekanntlich hat man vergebens versucht, das Sulfocyanphenyl zu erhalten durch Destillation von benzolsulfosauren Salzen mit Kaliumsulfocyanür, welche Vorgänge durch die in der Methyl-, Aethyl- und Amylreihe gewonnenen Resultate gegeben waren.«

Mochte man aber nun betreffs der Constitution aller dieser Verbindungen im Zweifel sein oder nicht, in jedem Falle war es von grossem Werth, zu erfahren, was für Resultate diese Reaktion, welche Hofmann zur Entdeckung der eben besprochenen Phenylverbindung geführt, in der Aethylreihe haben würde. Es stand zu erwarten, dass Versuche in dieser Richtung eine definitive Beantwortung der Frage bringen würden.

Diese Aufgabe hat denn auch Hofmann[2]) auf bewunderungswürdige Weise gelöst in seiner klassischen Arbeit, welche er im Jahr 1868 veröffentlichte unter dem

[1]) Annales de Ch. et Ph. (3) 54, 200.

[2]) Berichte d. d. ch. Ges. 1; 25, 169, 201.

			Geb-	Aufn.
3.	Hr.	Kottmann in Solothurn	1810	1830
4.	-	Schlang, Kammerrath in Gottroy . .	—	1831
5.	-	Kaup in Darmstadt	—	1832
6.	-	De Glard in Lille	—	1832
7.	-	Herbig, Med. Dr., in Göttingen . . .	—	1832
8.	-	Alberti, Bergrath, in Rottweil . . .	1795	1838
9.	-	Schuch, Dr. Med., in Regensburg . .	—	1838
10.	-	Wagner, Dr. Med., in Philadelphia . .	—	1840
11.	-	Murray, John, in Hull	—	1840
12.	-	Müller, Franz, Dr., in Altorf . . .	1805	1840
13.	-	Gomez, Ant. Bernh., in Lissabon . .	—	1840
14.	-	Baretto, Hon. Per., in Guinea	—	1840
15.	-	Filiberti, Louis, auf Cap Vert . . .	—	1840
16.	-	Kilian, Prof., in Mannheim	—	1843
17.	-	Tschudi, A. J. v., Dr., in Wien . . .	—	1843
18.	-	Passerini, Prof. in Pisa	—	1843
19.	-	Coulon, Louis, in Neuchâtel . . .	1804	1850
20.	-	Stainton, H. T., in London	1822	1856
21.	-	Tyndall, J., Prof. in London . . .	1820	1858
22.	-	Wanner, Consul in Hâvre	—	1860
23.	-	Hirn, Adolf, in Logelbach bei Colmar .	1815	1863
24.	-	Martins, Prof. der Botanik in Montpellier	1806	1864
25.	-	Zickel, Artill.-Capitain und Director der artes. Brunnen Algeriens	—	1864
26.	-	Hardi, Directeur du jardin d'Acclimatation au Hamma près Alger	—	1864
27.	-	Nägeli, Carl, Dr. phil., Prof. in München	1817	1866
28.	-	Studer, Bernh., Prof. Dr., in Bern . .	1794	1867
29.	-	Clausius, R., Dr. Prof. in Bonn . . .	1822	1869
30.	-	Fick, Ad., Dr. Prof. in Würzburg . .	1829	1869
31.	-	Merian, Peter, Rathsherr in Basel . .	1795	1870
32.	-	Nägeli, Dr. Med., in Rio de Janeiro . .	—	1870
33.	-	Desor, Ed., Prof. in Neuenburg . . .	—	1872

c. Correspondirende Mitglieder.

			Geb.	Aufn.
1.	Hr.	Dahlbom in Lundt	—	1839
2.	-	Ruepp, Apotheker in Muri	1820	1856

kommen an das Allylsenfoel und das entsprechende Derivat der Phenylreihe an.

Hofmann hat desshalb auch für diese Verbindung den Namen Aethylsenfoel eingeführt und es ist seither der Name Senfoel für diesen und alle analog zusammengesetzten Körper im Gebrauch geblieben.

In der fetten sowohl als in der aromatischen Reihe lässt sich diese Bildungsweise der Senfoele zweckmässig modificiren. Indem man das Einwirkungsprodukt von CS_2 auf $C_2H_5NH_2$ mit einer Metalllösung versetzt, entsteht ein Metallsalz der Aethylsulfocarbaminsäure und dieses zerfällt, wie Hofmann (l. c.) gezeigt hat, beim Erhitzen in Schwefelmetall und in Senfoel.

In der aromatischen Reihe wendet man nach Merz und Weith [1]) mit viel besserm Erfolg die rauchende Salzsäure statt der Phosphorsäure an.

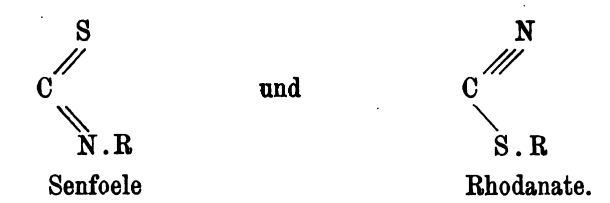
Hofmann hat von diesen Senfoelen eine Reihe dargestellt und dieselben einem genauen Studium unterworfen, namentlich im Vergleich mit den wirklichen Schwefelcyanwasserstoffaethern, welchen bei dieser Gelegenheit ebenfalls eine gründliche Untersuchung zu Theil wurde.

Aus seiner Arbeit geht hervor, dass in der That zwei Reihen isomerer Verbindungen bestehen von der allgemeinen Formel CNS.R, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass in der einen Reihe das in der obigen Formel durch R bezeichnete Radical vermittelst des Stickstoffs an den Complex CNS gebunden ist (so bei den Senfoelen), währenddem in der andern der Schwefel diese Verbindung vermittelt (Rhodanate). Die allgemeinen

---

[1]) Jahresbericht der Chemie 1869, 639.

Structurformeln für die beiden Reihen drückt Hofmann auf folgende Weise aus:



Dass diese Formeln der richtige Ausdruck seien für das Lagerungsverhältniss der Atome in den Moleculen beider Verbindungen, muss schon klar werden, wenn wir den synthetischen Aufbau der einen und andern genauer ins Auge fassen. Es sei mir gestattet die Worte Hofmanns anzuführen, in welchen er diesen Beweis für die Methylreihe, als den einfachsten Fall geführt hat. Er sagt:

„Beide Körper, das Methylsenfoel und das Schwefelcyanmethyl, entstammen zuletzt denselben Verbindungen, dem Methylalkohol, dem Schwefelkohlenstoff und dem Ammoniak. Lässt man die Molecule dieser drei Verbindungen unter Ausscheidung von einem Molecul Wasser und einem Molecul Schwefelwasserstoff zusammentreten, so entsteht ein Körper von der Formel $C_2 H_3 N S$, welche die Zusammensetzung des Methylsenfoels und des Schwefelcyanmethyls ausdrückt“:

$$CH_4 O + CS_2 + NH_3 = H_2 O + H_2 S + C_2 H_3 NS.$$

„Die Natur der gebildeten Verbindung muss also von den Bedingungen, unter denen Wassermolecul und Schwe-

felwasserstoffmolecul, man könnte fast sagen, von der Reihenfolge abhängen, in denen sie sich aus dem Atomcomplex loslösen."

„In einfachster Form gefasst wirkt bei der Bildung des Methylsenfoels zunächst das Ammoniak auf den Methylalkohol; unter Wasserabspaltung bildet sich Methylamin:

$$CH_3 . OH + NH_3 = H_2O + CH_3 . NH_2.$$

„Nunmehr trifft in einer zweiten Phase der Reaktion das Methylamin mit Schwefelkohlenstoff zusammen; unter Ausscheidung von Schwefelwasserstoff wird Methylsenfoel erzeugt."

$$CH_3 . NH_2 + CS_2 = H_2S + CH_3 . NCS.$$

Hiernach müssen wir einsehen, dass, nachdem sich ein Atom Stickstoff mit der Methylgruppe vereinigt hat, bei Hinzutritt des Restes CS'' an den so gebildeten Kern $CH_3 . N''$ nur eine Verbindung entstehen kann, für welche Hofmann folgende Structurformel gibt:

$$\begin{array}{c} \quad\; H \\ \quad\; | \\ H - C - N = C = S \\ \quad\; | \\ \quad\; H \end{array}$$

Er fährt dann fort:

„In umgekehrter Reihenfolge verlaufen die Reaktionen bei der Bildung des Schwefelcyanmethyls. Hier ist die erste Phase des Processes die Umwandlung des Schwefelkohlenstoffs durch das Ammoniak. Unter Austreten von

Schwefelwasserstoff erzeugt sich Schwefelcyanwasserstoffsäure.

$$CS_2 + NH_3 = H_2S + CNSH$$

Schwefelcyanwasserstoffsäure und Methylalkohol liefern unter Wasserabstreifung Schwefelcyanmethyl.

$$CNSH + CH_3.OH = H_2O + CNS.CH_3.\text{“}$$

Hofmann sagt nun: „Wenn wir in der Schwefelcyanwasserstoffsäure den Wasserstoff an den Schwefel haftend annehmen dürfen, so sind wir auch berechtigt, nach der Verwandlung dieses Wasserstoffs durch die Hydroxylgruppe des Methylalkohols in Wasser das Schwefelatom als Verband der beiden Kohlenstoffatome in der Verbindung aufzufassen.“

Die Structurformel der letztern ist dann nach Hofmann:

```
        H
        |
  H  —  C  —  S  —  C ≡ N
        |
        H
```

In Hinsicht auf die Senfoele muss uns diese Deduction unbedingt einleuchten; auf die Rhodanate angewandt, kann sie uns aber nicht in demselben Maasse befriedigen; wir sehen bei der Einwirkung von Rhodankalium auf Jodallyl nicht Rhodanat, sondern Senfoel entstehen. Bei der Umsetzung von Halogenverbindungen oder Sulfosäuren der Alkoholradicale mit Rhodankalium muss der Complex C N S' einen Moment frei werden, wenn er sich von dem Kaliumatom loslöst um sich mit dem Alkoholradical zu

vereinigen. Dieser Complex an und für sich kann aber, wie wir gesehen haben, auf zwei verschiedene Weisen constituirt gedacht werden:

Entweder: N≡C—S—

wie wir ihn in den Rhodanverbindungen annehmen,

oder: S=C=N—

als welcher er in den Senfoelen auftritt.

Bei der Wechselwirkung von Jodallyl auf Rhodankalium nun lagert sich die Gruppe C N S′, welcher beim Austritt aus dem Molecul des Rhodankaliums die erste der angeführten Formeln zukömmt, im Moment des Freiwerdens um: eine der drei bis jetzt an das Kohlenstoffatom gebunden gewesenen Stickstoffvalenzen löst sich los um sich an die eine gleichzeitig durch Austritt des Jodes aus dem Jodallyl frei gewordene Kohlenstoffvalenz zu knüpfen; die dadurch an dem Kohlenstoffatom der CNS-gruppe disponibel gewordene Valenz sättigt sich ab mit der freien Schwefelvalenz, wir erhalten Allylsenfoel.

Wir können aber auch, wenn wir uns die Bildung der Senfoele nach der obigen Auseinandersetzung, bei welcher eine solche Umlagerung nicht gedacht werden kann, noch einmal vergegenwärtigen, leicht eine andere Auffassungsweise für eine mögliche Bildungsweise von Sulfocyanüren gewinnen. Wenn es gelingt, den für jene gegebenen Vorgang zu befolgen, wenn man, wie dort den Stickstoff, hier zuerst den Schwefel an das Alkoholradical knüpft, und an den fertigen Kern R S′ den Cyanrest sich anlagern lässt, so ist auch hier eine Umlagerung ausgeschlossen, es muss ein Rhodanat entstehen.

Um beispielsweise den Vorgang in der Methylreihe zu realisiren, würde man Methylmercaptan (oder ein Mercaptid) erzeugen und auf dieses eine Halogenverbindung des Cyans einwirken lassen. Der Vorgang würde sich dann in seiner einfachsten Form durch folgende Gleichungen wiedergeben lassen:

$$CH_3Cl + KSH = ClK + CH_3.SH.$$
$$CH_3.SH + ClCN = HCl + CH_3.SCN$$

Dieser allgemeinen Betrachtungsweise entspricht in jeder Beziehung die Bildung von Senfoelen durch Einwirkung von Carbonsulfochlorür auf die Amine, welche von Rathke[1]) für Anilin und Aethylamin durchgeführt worden ist. Er beschreibt die Reaktion als eine ganz glatte und empfiehlt sie selbst für Vorlesungsversuche. Sie findet ihren Ausdruck für die Methylreihe in folgenden Gleichungen:

$$CH_3Cl + NH_3 = HCl + CH_3.NH_2$$
$$CH_3.NH_2 + Cl_2CS = 2HCl + CH_3.NCS$$

Wenden wir uns nun zu dem zweiten Theil von Hofmanns Arbeit, sehen wir zu, inwiefern er die von ihm den beiden Körperklassen zugeschriebenen Constitutionsformeln in dem chemischen Verhalten der Verbindungen rechtfertigt. Hofmann hat die Vergleichung in der Aethylreihe durchgeführt. Er hebt zunächst das charakteristische Verhalten des Aethylsenföls gegen Ammoniak und dessen Abkömmlinge hervor und giebt an, dass Sulfocyanaethyl kaum von Ammoniak angegriffen werde.

[1]) Annalen d. Ch. u. Ph. [illegible]

Nach Cahours [1]) wirkt Ammoniak ziemlich rasch auf Rhodanmethyl ein; Kremer [2]) hat das Verhalten von Ammoniak gegen Aethyl- und Amylrhodanür genauer untersucht und gefunden, dass beim Erhitzen eine Einwirkung stattfinde, indem sich unter Abspaltung des Cyanrestes Aethylbisulfid bilde; der Cyanrest setze sich mit Ammoniak um unter Bildung von Cyanammonium, kohlensaurem Ammon, Harnstoff etc.

In jedem Fall erfolgt die Einwirkung von Ammoniak auf Rhodanaethyl in ganz anderm Sinn als auf Aethylsenföl, welch letzteres, mit Ammoniak in Berührung, ganz analoge Verbindungen eingeht, wie wir sie beim Allylsenfoel kennen gelernt haben.

Durch Wasserstoff im Entstehungszustand, entwickelt aus Zink und Salzsäure wird, nach Hofmann Aethylsenföl auf zweierlei Weise gespalten, von welchen beiden leicht verständlichen Zerlegungen die beiden folgenden Gleichungen Rechenschaft geben:

$$C_2H_5.NCS + 2H_2 = C_2H_5.NH_2 + CSH_2$$

$$C_2H_5.NCS + 3H_2 = C_2H_5.CH_3.NH + SH_2.$$

Nach der ersten, der Hauptreaktion bildet sich Aethylamin und Sulfaldehyd, nach der zweiten, untergeordneten, Methylaethylamin und Schwefelwasserstoff. In beiden Fällen findet sich, und das ist bemerkenswerth, in den Spaltungsproducten das Radical Aethyl in Verbindung mit dem Stickstoff der Gruppe CNS.

---

[1]) Annalen d. Ch. und Ph. 61, 99.

[2]) J. f. prakt. Ch. 73, 365.

Wirkt Wasserstoff, unter denselben Bedingungen, auf Rhodanaethyl, so findet (neben einer untergeordneten, weitergehenden Zersetzung) folgende Spaltung statt:

$$C_2H_5 . SCN + H_2 = C_2H_5 .SH + HCN.$$

Es entsteht Aethylmercaptan und Blausäure, wir finden das Radical Aethyl mit dem Schwefel der Sulfocyangruppe verknüpft.

Unter dem Einfluss von concentrirter Salzsäure zerfällt Aethylsenfoel unter Wasseraufnahme in Aethylamin, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff nach folgender Gleichung:

$$C_2H_5 . NCS + 2 H_2O = C_2H_5 . NH_2 + CO_2 + SH_2;$$

indess das entsprechende Rhodanür bei gleicher Behandlung sich umsetzt in Mercaptan, Kohlensäure und Ammoniak.

$$C_2H_5 . SCN + 2 H_2O = C_2H_5 . SH + CO_2 + NH_3$$

Der Einwirkung von Salpetersäure auf Schwefelcyanaethyl, von Muspratt untersucht, wurde schon früher Erwähnung gethan; das Endproduct ist Aethylsulfosäure. Auf Aethylsenfoel wirkend lässt die Salpetersäure das Aethyl mit Stickstoff als Aethylamin austreten, der Rest wird vollständig oxydirt zu Kohlensäure und Schwefelsäure. Im ersten Fall sehen wir wieder Aethyl mit Schwefel austreten, im zweiten mit Stickstoff.

Die angeführten Umsetzungen dürften wohl genügen, um jeden Zweifel an der Constitution der beiden Reihen zu heben.

In der Klasse der Fettkörper waren bis dahin von einem und demselben Radical meist die beiden Isomeren dargestellt; es fehlte noch das Rhodanallyl und es fehlten vollständig die Rhodanverbindungen der aromatischen Radicale.

Beim Beginn der vorliegenden Arbeit hatte ich mir zunächst die Aufgabe gestellt, diese Lücke in der aromatischen Reihe auszufüllen.

Herrn Professor Weith verdanke ich zuvörderst die glückliche Idee, das Diazobenzol als Ausgangsmaterial zu wählen. Es sei mir gestattet in aller Kürze die Entwicklungsgeschichte der Diazoverbindungen zu beleuchten und die Gründe darzuthun, in Folge welcher wir uns berechtigt glauben durften vom Diazobenzol ausgehend das vorgesteckte Ziel zu erreichen.

Die Diazoverbindungen wurden im Jahr 1858 von Griess[1]) entdeckt. Sie entstehen im Allgemeinen durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Amidoderivate aromatischer Verbindungen. So z. B. wird salpetersaures Diazobenzol gebildet beim Einleiten von salpetriger Säure in eine wässrige Lösung von salpetersaurem Anilin nach der Gleichung:

$$2\,C_6\,H_5\,.\,N\,H_2\,.\,HNO_3 + N_2\,O_3 = 2\,C_6\,H_5\,N_2\,.\,NO_3 + 3\,H_2\,O.$$

Die Diazoverbindungen sind namentlich dadurch ausgezeichnet, dass sie bei Einwirkung verschiedener Agentien unter Entwicklung von Stickstoff leicht Zersetzungen

[1]) Annalen d. Ch. und Ph. 106, 123; 113, 201; 137, 39.

eingehen und dabei zur Bildung von Benzolsubstitutionsprodukten Anlass geben. So z. B. entsteht beim Erhitzen von schwefelsaurem Diazobenzol mit Wasser Phenol, indem Stickstoff und Schwefelsäure frei werden:

$$C_6 H_5 . N_2 . HSO_4 + H_2 O = C_6 H_5 OH + H_2 SO_4 + N_2.$$

Bei Einwirkung von Jodwasserstoff wird Jodbenzol erzeugt:

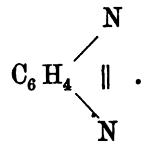
$$C_6 H_5 . N_2 . HSO_4 + HJ = C_6 H_5 . J + H_2 SO_4 + N_2.$$

Alkohol gibt 2 Atome Wasserstoff ab, es entsteht Benzol und Aldehyd:

$$C_6 H_5 . N_2 . H_2 SO_4 + C_2 H_5 OH = C_6 H_6 + C_2 H_4 O + H_2 SO_4 + N_2.$$

Um die angedeuteten Vorgänge zu erklären sind für die Diazoverbindungen sehr verschiedene Constitutionsformeln aufgestellt worden.

Ursprünglich hatte man mit Peter Griess[1]) angenommen, dass jedes der beiden in einem Molecul einer Diazoverbindung enthaltenen Stickstoffatome mit einer Valenz direkt an den Benzolkern gebunden sei. Die beiden andern an jedem Stickstoffatome noch disponibeln Valenzen glichen sich gegenseitig aus. Das freie Diazobenzol hätte hienach die Formel:



[1]) Annalen d. Ch. und Ph. 113, 217.

Die Derivate desselben müssen als Additionsprodukte aufgefasst werden; Diazobenzolnitrat wäre z. B.:

$$C_6 H_4 . N_2 . HNO_3 .$$

Diese Ansicht wurde aber bald ziemlich allgemein fallen gelassen; die meisten Chemiker schlossen sich vielmehr bis vor kurzer Zeit der folgenden namentlich von Kekulé [1]) aufgestellten und vertheidigten Ansicht an: In den Diazoverbindungen ist nur ein Wasserstoffatom des Benzols vertreten durch eine Stickstoffvalenz; die beiden andern Valenzen dieses Stickstoffatoms sind gebunden an 2 Valenzen des zweiten Stickstoffatoms, welch letzteres dann noch eine verfügbare Valenz besitzt. Diese ist in den Verbindungen des Diazobenzols gebunden an die Valenz eines einwerthigen Radicals. Dem Diazobenzolnitrat würde dann folgende Formel zukommen:

$$C_6 H_5 - N = N - NO_3 .$$

Mit der Existenz von freiem Diazobenzol würde sich diese Formel nicht wohl in Einklang bringen lassen, allein die sehr unbeständige Verbindung, welche Griess für freies Diazobenzol gehalten hat, scheint nicht dieses, sondern wahrscheinlich ein Hydrat vielleicht von der Formel $C_6 H_5 N . N . OH$ zu sein.

Für die Begründung seiner Ansicht führt Kekulé beispielweise Folgendes an:

Wenn, wie Griess annimmt, in dem schwefelsauren Diazobenzol 2 Wasserstoffatome des Kerns durch 2 Stickstoffvalenzen vertreten sind und an die, übrigens unter

[1]) Kekulé, Lehrbuch d. org. Ch. II. 717 ff.

sich gesättigten Stickstoffatome ein Molecul Schwefelsäure angelagert sich vorfindet, so findet die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf diese Verbindung in der Weise statt, dass nach dem Freiwerden der Schwefelsäure und dem Austritt der beiden Stickstoffatome die beiden hiedurch disponibel gewordenen Valenzen im Benzolkern durch die beiden das Jodwasserstoffmolecul zusammensetzenden Atome ausgeglichen werden.

Nach Kekulé ist in dem schwefelsauren Diazobenzol der Rest $C_6 H_5 N . N'$ verbunden mit dem Schwefelsäurerest $S O_4 H$. Bei der Einwirkung von Jodwasserstoffsäure verbindet sich der Wasserstoff derselben mit $H S O_4$ zu Schwefelsäure und nur das Jodatom tritt für Stickstoff in den Benzolkern ein.

Lassen wir nun statt Jodwasserstoff Jodmethyl mit schwefelsaurem Diazobenzol sich umsetzen, so müsste man, ist Griess' Ansicht die richtige, erwarten, dass die beiden Componenten des Jodmethyls an Stelle der austretenden Stickstoffatome treten würden, um Jodtoluol zu liefern. In der That tritt aber nur Jod ein, währenddem die Methylgruppe sich mit dem Rest $H S O_4$ zu Methylschwefelsäure vereinigt; was vollkommen der Ansicht von Kekulé entspricht.

Diazoamidobenzol, welches sich nach Griess bildet bei Einwirkung von Anilin auf salpetersaures Diazobenzol, entsteht nach Kekulé dadurch, dass ein Wasserstoffatom des Anilins sich mit dem Säurerest zu Salpetersäure verbindet, während der Rest $C_6 H_5 N H$ sich mit der frei gewordenen Stickstoffvalenz vereinigt:

$$C_6 H_5 . N_2 . HSO_4 + C_6 H_5 . NH_2 = H_2 SO_4 + C_6 H_5 N_2 . NH . C_6 H_5$$

In neuerer Zeit haben Strecker [1]) und Erlenmeyer [2]) folgende Ansicht über die Constitution der Diazoverbindungen ausgesprochen: Sie betrachten dieselben als Ammoniumverbindungen, deren Salze sich dadurch von denjenigen der primären Aminbasen ableiten, dass in diesen die 3 an den Stickstoff gebundenen Wasserstoffatome durch ein zweites Stickstoffatom ersetzt sind. Erlenmeyer stellt z. B. die Formel des salpetersauren Anilins in folgender Weise neben diejenige des Diazobenzolnitrates:

$C_6H_5 . N . NO_3$ $\equiv$ H_3	$C_6H_5 . N . NO_3$ $\equiv$ N
salpetersaures Anilin	salpetersaures Diazobenzol

Nach dieser Formel würde bei der Bildung des salpetersauren Diazobenzols aus dem entsprechenden Anilinsalz der Phenylrest sowohl als der Säurerest mit dem Stickstoffatome in Verbindung bleiben; nur die 3 im Anilinsalz an den Stickstoff gebunden gewesenen Wasserstoffatome würden sich gegen ein zweites Stickstoffatom vertauschen. Der Austritt von Stickstoff bei den Umsetzungen der Diazoverbindungen scheint mir hier noch leichter verständlich als nach der Kekulé'schen Ansicht. Die Einwirkung von Wasser, Jodwasserstoffsäure etc. auf Diazobenzolverbindungen wird durch obige Formel mindestens ebenso leicht erklärt als durch die Kekulé'sche.

Vor Kurzem ist Peter Griess [3]) mit einer neuen Ansicht über die Constitution der Diazoverbindungen aufge-

---

[1]) Berl. Ber. IV 786.
[2]) ibid. VII 1110.
[3]) Berl. Ber. VII. 1618.

treten. Er hat Bromanilin auf salpetersaures Diazobenzol einerseits und Anilin auf salpetersaures Diazobrombenzol andererseits einwirken lassen und gefunden, dass die entstehenden Produkte identisch sind. Nach der Anschauung von Kekulé und derjenigen von Strecker und Erlenmeyer können sie dies nicht sein. Um diese Identität zu erklären stellt nun Griess für Diazoamidobenzol folgende Formel auf:

$$\begin{array}{l} C_6\,H_4 = N\,H \\ \qquad\quad \| \\ \qquad\quad N\,H \\ \qquad\quad \| \\ C_6\,H_4 = N\,H \end{array}$$

Seine anfängliche Ansicht über die Verbindungen des Diazobenzols hat er bei dieser Gelegenheit dahin modificirt, dass er jetzt ebenfalls annimmt, es sei nur ein Stickstoffatom mit dem Benzolkern direkt verknüpft, aber mit 2 Valenzen; er gibt dem salpetersauren Diazobenzol die Formel:

$$C_6\,H_4 = N \equiv N\,.\,HNO_3$$

Würde man die von Griess für Diazoamidobenzol aufgestellte Formel dahin modificiren, dass man die beiden mit den Benzolkernen verbundenen Stickstoffatome nur dreiwerthig wirkend annimmt, und den beiden an sie gebundenen Wasserstoffatomen ihren Platz in den betreffenden Benzolkernen anweist, so würde eine Formel hervorgehen, nach welcher Diazobenzol-Amidobrombenzol und Diazobrombenzol-Amidobenzol identisch wären, ohne dass die Bildung von Diazoamidobenzol schwieriger zu erklären wäre nach der Kekulé'schen als nach der Griess'schen Formel für Diazobenzol.

Nach Kekulé's Ansicht über Diazobenzol würde alsdann der Bildung folgende Gleichung entsprechen:

$$\begin{array}{l} C_6\,H_5\,.\,N \\ \qquad\quad \| \\ \qquad\quad N\,.\,NO_3 \\ \quad + \\ C_6\,H_5\,.\,NH_2 \end{array} \quad = \quad \begin{array}{l} C_6\,H_5\,.\,N \\ \qquad\quad \| \\ \qquad\quad NH + HNO_3 \\ \qquad\quad \| \\ C_6\,H_5\,.\,N \end{array}$$

Diazobenzolnitrat + Anilin Diazoamidobenzol.

Nach Griess ist sie:

$$\begin{array}{l} C_6\,H_4 = N \\ \qquad\quad\;\; ||| \\ \qquad\quad\;\; N\,.\,HNO_3 \\ \quad + \\ C_6\,H_5\,.\,NH_2 \end{array} \quad = \quad \begin{array}{l} C_6\,H_4 = NH \\ \qquad\quad\;\; \| \\ \qquad\quad\;\; NH + HNO_3 \\ \qquad\quad\;\; \| \\ C_6\,H_4 = NH \end{array}$$

Endlich haben kürzlich A. Baeyer und C. Jaeger[1]) auf Grund von Untersuchungen über die Einwirkung von Diaminen der Fettreihe auf Diazobenzolnitrat, wobei sie Verbindungen erhielten, welche dem Diazoamidobenzol an die Seite zu stellen sind, die Entscheidung der Frage über die Constitution des letztern im Kekulé'schen Sinne sehr wahrscheinlich gemacht.

Fassen wir, ganz abgesehen davon, welche von den aufgestellten Constitutionsformeln des Diazobenzols die richtige sei, nochmals die anfangs gegebenen Beispiele für dessen Umsetzungen ins Auge, so muss es, namentlich der Analogie mit der Wechselwirkung zwischen schwefelsaurem Diazobenzol und Jodwasserstoffsäure nach, wahrscheinlich erscheinen, dass freie Rhodanwasserstoffsäure und

[1]) Berl. Ber. VIII. 148.

schwefelsaures Diazobenzol nach folgender Gleichung aufeinander einwirken würden:

$$C_6\,H_5\,N_2\,HSO_4 + H\,SCN = C_6\,H_5\,.\,SCN + N_2 + H_2\,SO_4\,.$$

Ich werde zeigen, in wie weit es mir gelungen ist, den durch diese Gleichung ausgedrückten Vorgang zu realisiren.

Sulfocyanphenyl.

1. *Darstellung von Sulfocyanphenyl aus Diazobenzolsulfat und Rhodanwasserstoffsäure.*

Bei der Darstellung von schwefelsaurem Diazobenzol wurden genau die Angaben von Griess (l. c.) befolgt: In einen Brei von salpetersaurem Anilin und Wasser wurde salpetrige Säure eingeleitet. Die Einleitung wurde jeweilen noch kurze Zeit fortgesetzt, nachdem die Krystalle von Anilinnitrat verschwunden waren. Es ist nach meiner Erfahrung nicht nothwendig, mit Kalihydrat auf noch vorhandenes Anilin zu prüfen, welche Reaktion ohnedies nicht mit Sicherheit zu erkennen ist, da das salpetersaure Diazobenzol mit Kalihydrat sich sofort zersetzt. Die erhaltene Lösung wurde mit der nöthigen Menge verdünnter Schwefelsäure, hierauf mit Alkohol und Aether vermischt und die letztere Operation mit der ausgeschiedenen wässrigen Lösung des schwefelsauren Diazobenzols nochmals wiederholt, um eine grössere Concentration zu erzielen. Die Rhodanwasserstoffsäure wurde zuerst gewonnen durch Zersetzen von Rhodanbarium mit Schwefelsäure. Die Trennung von dem schwefelsauren Baryt ist indessen lästig, wenn mann Verlust und Verdünnung vermeiden will. Bei Wiederholung wandte ich desshalb statt des Rhodanba-

riums das Kaliumsalz an; es bleibt alsdann der Lösung noch schwefelsaures Kali beigemengt (der grösste Theil scheidet sich ab), welches aber nicht nachtheilig wirkt.

Die Lösungen wurden vermischt, worauf allmälige Stickstoffentwicklung eintrat. Die Masse blieb einen Tag lang sich selbst überlassen und wurde schliesslich auf dem Wasserbade gelinde erwärmt; die Gasentwicklung nahm zu, und auf dem Boden des Gefässes schied sich ein schweres Oel ab. Dieses wurde von der überstehenden Flüssigkeit getrennt und mit Wasserdämpfen destillirt. Es ging ein gelblich gefärbtes Liquidum über, im Destillirgefäss blieb eine harzige Masse zurück. Das oelige Destillat wurde zunächst mit verdünnter Natronlauge geschüttelt, um beigemengtes Phenol zu entfernen, dann mit Wasser gewaschen, mit Chlorcalcium getrocknet und der fractionirten Destillation unterworfen. Die unter 200° siedenden Antheile, welche kaum einen constanten Siedepunkt wahrnehmen liessen, wurden nicht genauer untersucht; es war unter Anderm Phenol und Phenylmercaptan darin enthalten. Ein grosser Theil destillirte zwischen 220—240, gegen 300° ging noch wesentlich Phenylsulfid und Phenylbisulfid über. Aus der mittlern Fraktion wurde durch wiederholtes Rectificiren ein nur noch schwach gelb gefärbtes Liquidum erhalten, das den Siedepunkt 227° zeigte und sich als fast reines Sulfocyanphenyl erwies. Beim Destilliren des unreinen Produktes zersetzt sich ein Theil unter Entwicklung von Blausäure. Es stimmte in seinen pkysikalischen Eigenschaften und in seinem chemischen Verhalten völlig überein mit dem nach einer zweiten Methode erhaltenen. Die Ausbeute an reinem Rhodanphenyl, welche immerhin sehr gering war, dürfte sich wohl vergrössern lassen durch Anwendung von festem

Diazobenzolsulfat statt der Lösung und durch stärkere Concentration der Rhodanwasserstoffsäure. Ich beabsichtige die Versuche zu wiederholen, da sich diese Methode zur Darstellung von Toluylrhodanür besser eignen dürfte als die sogleich zu beschreibende.

2. *Darstellung von Sulfocyanphenyl durch Einwirkung von Chlorcyan auf Bleiphenylmercaptid.*

In der Einleitung habe ich darauf hingewiesen, dass man zu dem Sulfocyanür eines Radicals gelangen müsse, wenn man eine Schwefelverbindung desselben erzeuge und an den Schwefel die Cyangruppe sich anlagern lasse. Ich hoffte in dieser Weise Rhodanphenyl zu gewinnen nach folgender Gleichung:

$$C_6 H_5 . SH + Cl CN = HCl + C_6 H_5 . S . CN$$

Das für den Versuch erforderliche Phenylsulfhydrat wurde dargestellt nach der von Vogt [1]) angegebenen, von Otto [2]) genauer beschriebenen Methode: Benzolsulfosaures Natron wurde mit der äquivalenten Menge fünffach Chlorphosphor vermischt, das Reaktionsprodukt in Wasser gegossen, gewaschen und das erhaltene Benzolsulfochlorür durch allmäliges Eintragen in eine stark Wasserstoff entwickelnde Mischung von Zinn und Salzsäure reducirt. Der Bildung des Mercaptans entsprechen folgende Gleichungen:

$$C_6 H_5 . SO_2 . ONa + P Cl_5 = Na Cl + P O Cl_3 + C_6 H_5 . S O_2 Cl.$$

$$C_6 H_5 . SO_2 Cl + 3 H_2 = H Cl + 2 H_2 O + C_6 H_5 . SH .$$

[1]) Annalen CXIX. 144.
[2]) ibid. CXLIII. 211.

Das Sulfhydrat wurde dem Gemisch durch Destillation mit den Wasserdämpfen entzogen, von Wasser getrennt, getrocknet, hierauf in Aether gelöst, und in die Lösung während längerer Zeit ein Strom von trockenem Chlorcyangas eingeleitet. Das letztere wurde erhalten durch Einleiten von Chlor in wässrige Blausäure; eine lange Schicht von Antimon befreite das aus der wässrigen Lösung durch gelindes Erwärmen ausgetriebene Gas von Chlor und eine mit Chlorcalcium gefüllte Röhre von mitgerissener Feuchtigkeit. Der Versuch war indessen erfolglos: Nach dem Verdunsten der aetherischen Lösung blieb Sulfhydrat, durch den Sauerstoff der Luft theilweise zu Bisulfid oxydirt, zurück.

Ich hoffte nun eine Einwirkung zu erzielen dadurch, dass ich ein Metallsalz des Phenylmercaptans in Anwendung brachte. Es musste dazu ein Metall gewählt werden, welches keine grosse Tendenz besitzt, eine Cyanverbindung einzugehen. C. Clemm[1]) hat z. B. gezeigt, dass Chlorcyan auf Natriumphenylmercaptid so einwirkt, dass sich Chlornatrium, Cyannatrium und Phenylbisulfid bildet, im Sinne folgender Gleichung:

$$2\,C_6H_5SNa + CNCl = NaCl + NaCN + (C_6H_5S)_2$$

Ich wählte das Bleisalz, welches gewonnen wurde durch Vermischen der alkoholischen Lösungen von Phenylsulfhydrat und der berechneten Menge Bleiacetat. Das reine, trockene Salz wurde fein zerrieben, und, in Alkohol suspendirt, der Einwirkung von Chlorcyan ausgesetzt. Das Gas wurde unter Erwärmen absorbirt und nach kurzer

[1]) J. pr. Ch. (2) 1, 147.

Zeit war die Farbe der festen Masse von rein gelb in weiss übergegangen. Die alkoholische Lösung wurde durch Filtriren und Auspressen der Masse von dieser getrennt. Beim Vermischen mit Wasser schied sich daraus ein schweres schwach gelblich gefärbtes Liquidum ab; die geringe Menge, welche noch gelöst war, wurde der Lösung durch Schütteln mit Aether entzogen. Der weisse Rückstand bestand aus reinem Chlorblei und die gewonnene Flüssigkeit war beinah reines Sulfocyanphenyl. Nach zweimaligem Fractioniren wurde der grösste Theil als ein farbloses, unzersetzt zwischen 226 bis 227° (uncorrigirt) siedendes Liquidum erhalten. Bei der Destillation des Rohproduktes wird immer ein ganz geringer Theil zersetzt, wobei, wie oben, Blausäure auftritt, nur in viel geringerer Menge. Die Ausbeute an Rhodanphenyl entspricht fast der theoretischen. Die Bildung erklärt sich durch folgende Gleichung:

$$(C_6\,H_5\,S)_2\,Pb + 2\,Cl\,CN = Pb\,Cl_2 + 2\,C_6\,H_5\,.\,S\,.\,CN\,.$$

Das Rhodanphenyl stellt eine farblose Flüssigkeit dar von eigenthümlichem, intensivem Geruch. Es siedet corrigirt bei 231° C bei einem Barometerstand von 705^{mm} [1]), sein specifisches Gewicht bei $17\,^1/_2$° C = 1,155; auf die Haut gebracht, verursacht es einen brennenden Schmerz.

Die Analysen lieferten folgende Zahlen:

1) 0,1225 Gramm gaben bei der Verbrennung mit Bleichromat und vorgelegtem Kupfer 0,2792 Gr. $C\,O_2$ und 0,0421 Gr. $H_2\,O$.

---

[1]) Das Thermometer zeigte in dem Dampf von siedendem Naphtalin bei dem angegebenen Druck 216°.

2) 0,3239 Gramm gaben 0,5626 Gr. $BaSO_4$.

3) 0,2264 Gramm, mit Natronkalk geglüht, gaben 0,1705 Gr. Pt, entsprechend 0,0241 Gr. N.

Theorie			Gefunden		
			1	2	3
C_7	= 84	62,22	62,23	—	—
H_5	= 5	3,70	3,82	—	—
S	= 32	23,71	—	23,85	—
N	= 14	10,37	—	—	10,66
C_7H_5NS	= 135	100,00			

In seiner empirischen Formel mit dem Phenylsenfoel übereinstimmend, zeigt das Rhodanphenyl in seinen physikalischen Eigenschaften so grosse Unterschiede von jenem, dass, wenn auch die Bildungsweise nicht für die Constitution beweisend wäre, man doch nicht im Zweifel sein könnte, dass man es mit dem isomeren Sulfocyanür zu thun hat.

Um übrigens die Constitution unzweifelhaft festzustellen, wurden verschiedene, den von Hofmann für die Rhodanate der Fettreihe angestellten analoge Zersetzungen vorgenommen.

Zersetzung durch Kaliumsulfhydrat.

Beim Vermischen der alkoholischen Lösungen von Kaliumsulfhydrat und Rhodanphenyl verschwindet sofort der charakteristische Geruch des letztern, um dem bekannten des Phenylmercaptans Platz zu machen. Auf Zusatz von Wasser fällt dieses heraus; die Lösung enthält Rhodankalium, welches durch die blutrothe Färbung, die nach Zusatz von Salzsäure mit Eisenchlorid entstand, leicht erkannt wurde.

Das Phenylsulfhydrat wurde charakterisirt durch die Niederschläge, die seine Lösung mit Sublimat und Bleiacetat gab, von welchen der letztere zum Ueberfluss analysirt wurde. 0,1905 Gramm des Bleisalzes lieferten 0,1357 Gr. $Pb\,S\,O_4$, entsprechend 48,66% Pb; Bleiphenylmercaptid verlangt 48,70%. Es war also der durch folgende Gleichung ausgedrückte Process vor sich gegangen:

$$C_6\,H_5\,.\,SCN + KSH = C_6\,H_5\,.\,SH + KSCN\,.$$

Dass die Umsetzung eine glatte ist, beweist folgender Versuch: 0,2018 Gramm Sulfocyanphenyl wurden mit alkoholischem Schwefelammonium versetzt, zur Trockne verdampft, der Rückstand in Wasser aufgenommen, filtrirt und der Gehalt an Rhodanammonium im Filtrat mittelst einer Silberlösung von bekanntem Gehalt titrirt; aus der gefundenen Menge berechnete sich ein Stickstoffgehalt von 0,02049 Gr. entsprechend 10,15%; gegenüber 10,37%, welche die Theorie verlangt.

Zersetzung durch Salzsäure.

Mit concentrirter Salzsäure im zugeschmolzenen Rohr auf 180—200° erhitzt wird Rhodanphenyl gespalten in Phenylsulfhydrat, Kohlensäure und Ammoniak. Man hat sich, wie Hofmann bei Gelegenheit derselben Zersetzung des Rhodanaethyls sagt, zu denken, dass die Reaktion in zwei Phasen verläuft: Zuerst wird nur ein Molecul Wasser aufgenommen, es bildet sich Sulfhydrat und Cyansäure, welch leztere durch ein zweites Molecul Wasser weiter in Kohlensäure und Ammoniak gespalten wird:

$$C_6\,H_5\,.\,S\,.\,CN + H_2\,O = C_6\,H_5\,.\,SH + CNOH$$
$$CNOH + H_2\,O = CO_2 + NH_3.$$

Die Spaltung verläuft, genau und ohne Nebenprodukte in diesem Sinne, wenn man die Luft abschliesst dadurch, dass man die Röhre vor dem Zuschmelzen mit Salzsäuregas füllt. Geschieht dies nicht, so genügt der Sauerstoff der in der Röhre eingeschlossenen Luft, um das zunächst entstehende Mercaptan in Bisulfid überzuführen:

$$2\,C_6\,H_5\,SH + O = H_2\,O + (C_6\,H_5\,S)_2\,.$$

Das in der salzsauren Lösung schwimmende Oel besass alle Eigenschaften von Phenylsulfhydrat; das in einem Fall entstandene Phenylbisulfid zeigte den Schmelzpunkt 60—61°. Die Kohlensäure wurde durch die Trübung von Kalkwasser nachgewiesen, Ammoniak wurde nicht nur qualitativ, durch Geruch, Bläuung von Kupfervitriolpapier etc. constatirt, sondern auch quantitativ durch Ueberführen in Platinsalmiak bestimmt: 0,1655 Gramm Phenylsulfocyanür gaben 0,1258 Gramm Platin, entsprechend 0,0178 Gr. oder 10,75 % Stickstoff (Theorie 10,37 %).

Phenylsenfoel spaltet sich bekanntlich bei gleicher Behandlung in Anilinchlorhydrat, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff.

Zersetzung durch Natriumamalgam.

Hofmann[1]) gibt an, dass Rhodanaethyl durch metallisches Natrium glatt zerlegt werde in Cyannatrium und zweifach Schwefelaethyl. Da aber die Alkalimetalle bekanntlich in Berührung mit stickstoffhaltigen organischen Substanzen stets Cyannatrium liefern, so hielt ich es für vortheilhafter, zur bessern Unterscheidung von Phenyl-

---

[1]) Berl. Ber. I, 184.

senfoel, das Natrium durch Quecksilber zu verdünnen. Phenylsenfoel kann mit Natriumamalgan stark erhitzt werden, ohne einzuwirken; Rhodanphenyl wird dadurch schon im Wasserbad in dem von Hofmann für Zerlegung von Rhodanaethyl durch Natrium angedeuteten Sinn gespalten nach der Gleichung:

$$2\,C_6\,H_5\,.\,S\,.\,CN + Na_2 = 2\,Na\,CN + (C_6\,H_5\,S)_2.$$

Cyannatrium wurde constatirt durch die Berlinerblaureaktion; Phenylbisulfid kristallisirte aus dem alkoholischen Auszug der Reaktionsmasse sofort rein heraus; es hatte den richtigen Schmelzpunkt und eine Schwefelbestimmung hatte folgendes Resultat: 0,1413 Gramm gaben 0,3043 Gr. $Ba\,S\,O_4$, entsprechend 29,57% S. Die Formel verlangt 29,36%.

Sulfocyannaphtyl.

Da die Sulfosäuren des Naphtalins ohne grosse Schwierigkeit rein zu erhalten sind, so versuchte ich nach der zweiten von den für Rhodanphenyl besprochenen Darstellungsweisen zu einem Rhodanat des Naphtalins zu gelangen.

Ich ging von der β Naphtalinsulfosäure aus, welche nach Merz und Weith [1]) fast ausschliesslich entsteht, wenn Naphtalin bei 160—170° mit concentrirter Schwefelsäure behandelt wird. Von der verhältnissmässig geringen Menge nebenbei gebildeter α Säure wurde sie auf bekannte Weise getrennt durch Ueberführen in das Kalksalz. Aus der hieraus durch Zersetzen mit Soda erhalte-

---

[1]) Berl. Ber. III; 195, 245.

nen Natriumverbindung wurde mittelst fünffach Chlorphosphor das β Naphtalinsulfochlorür dargestellt. Dieses, aus alkoholfreiem Aether umkristallisirt, zeigte den von Maikopar [1]) angegebenen Schmelzpunkt von 76°. Es wurde hierauf nach und nach in ein siedendes Gemisch von Zinn und Salzsäure eingetragen und, nachdem die Reduktion beendet und alles Sulfochlorür in Mercaptan übergeführt schien ein Dampfstrom durchgeleitet, um das Sulfhydrat mit den Wasserdämpfen überzudestilliren. Aber auch nach mehrstündigem Erhitzen hatten sich in der Vorlage nur ganz geringe Mengen von kleinen Kristallschuppen angesammelt. Ich extrahirte demnach die in der Zinnchloridlösung zurückgebliebene feste Masse mit siedendem Alkohol, worin sich indessen ein Theil nur schwer löste, um sich sofort wieder kristallinisch auszuscheiden. Die alkoholische Lösung enthielt β Naphtylmercaptan und gab auf Zusatz einer alkoholischen Bleiacetatlösung sofort einen gelben Niederschlag, welcher auf einem Filter gesammelt, mit Alkohol und hierauf mit Wasser gewaschen und getrocknet wurde. Eine damit vorgenommene Bleibestimmung stimmte nicht, wie ich erwartet, zu der Formel $(C_{10} H_7 S)_2 Pb$. Da ich die Menge des in dem Alkohol aufgelöst gewesenen Sulfhydrates nicht kannte und überschätzt haben mochte, hatte ich zur Fällung einen grossen Ueberschuss von Bleiacetat angewandt und vermuthete, dass vielleicht nur ein Essigsäurerest des letztern durch den Rest $C_{10} H_7 S'$ ersetzt worden sein möchte und die ausgeschiedene Verbindung nach der Formel $C_{10} H_7 S . Pb . C_2 H_3 O_2$ zusammengesetzt sei. Der

[1]) Zeitschrift f. Ch.; 1869, 710. Jahresber. 1869, 480.

Bleigehalt war auch hiefür zu hoch; er näherte sich vielmehr demjenigen eines Salzes von der Formel:

$$C_{10} H_7 S . Pb . O H.$$

Ich erklärte mir dies dadurch, dass der eine Essigsäurerest beim Waschen mit heissem Wasser herausgenommen wurde, um dem Wasserrest Platz zu machen, nach folgender Gleichung:

$$C_{10} H_7 S . Pb . C_2 H_3 O_2 + H_2 O = C_2 H_4 O_2 + C_{10} H_7 S . Pb . OH.$$

In der That wurde durch fortgesetztes Kochen mit Wasser Essigsäure aus dem Bleisalz in Freiheit gesetzt, welche leicht durch den Geruch wahrgenommen werden konnte und eine Bleibestimmung der so erhaltenen Verbindung gab jetzt einen zu der letzten Formel stimmenden Werth:

0,4590 Gr. der Bleiverbindung lieferten 0,358 Gr. $Pb S O_4$, entsprechend 53,30% Pb; die Formel verlangt 54,05%.

Ich stellte nun noch folgende Versuche an:

1) Eine abgewogene Menge Naphtylsulfhydrat wurde in alkoholischer Lösung mit überschüssigem Bleiacetat gefällt (so dass auf 1 Mol. des Sulfhydrates etwas mehr als 1 Mol. Bleiacetat kam). Der entstehende hellgelbe Niederschlag, mit kaltem Alkohol gewaschen, ergab einen zu der Formel $C_{10} H_7 S . Pb . C_2 H_3 O_2$ stimmenden Bleigehalt:

0,2068 Gr. der Verbindung gaben 0,1472 $Pb S O_4$, entsprechend 48,62% Pb; die Theorie erfordert 48,70%.

2) Alkoholische Bleiacetatlösung wurde in dem Verhältniss zu Naphtylsulfhydratlösung gesetzt, dass auf

1 Mol. Bleiacetat mindestens 2 Mol. Sulfhydrat kamen. Der entstehende, etwas dunkler als der vorige gefärbte Niederschlag hatte die Zusammensetzung des normalen Bleinaphtylmercaptids:

0,2118 Gr. Bleinaphtylmercaptid gaben 0,1214 Gr. $Pb\,S\,O_4$, entsprechend 39,15% Pb; aus der Formel berechnen sich 39,43%.

Das β Naphtylsulfhydrat kristallisirt aus Alkohol in feinen, farblosen Schuppen; es schmilzt bei 75° und ist unzersetzt destillirbar. Es besitzt einen widerlichen, jedoch nicht sehr intensiven Geruch. Von Alkohol und Aether wird es leicht aufgelöst.

Maikopar (l. c.) beschreibt das β Naphtylmercaptan als bei 136° schmelzende Blättchen. Offenbar hat er es mit dem Bisulfid verwechselt. Wenn die Reduction des Sulfochlorürs nicht sehr energisch vor sich geht, bleibt sie leicht beim Bisulfid stehen und dieses ist nur schwierig zu Mercaptan zu reduciren. Die in Alkohol schwer löslichen Antheile der Reductionsmasse, von denen oben die Rede war, bestanden aus β Naphtylbisulfid. Es ist in Aether leichter löslich als in Alkohol; von Terpentinoel wird es sehr leicht aufgenommen; aus einer Mischung von Alkohol und Terpentinoel kristallisirt es in büschlig gruppirten Nadeln, welche bei 132° schmelzen.

Naphtylsulfhydrat wurde mit folgenden Resultaten analysirt:

1. 0,212 Gr. gaben bei der Verbrennung 0,5852 Gr. CO_2 und 0,1054 Gr. H_2O
2. 0,203 Gr. lieferten 0,2913 Gr. $Ba\,SO_4$.

	Berechnet		Gefunden 1	2
C_{10}	120	75	75,28	—
H_8	8	5	5,47	—
S	32	20	—	19,71
$C_{10}H_8S$	160	100		

Das analysirte Praeparat hatte eine Spur Naphtalin enthalten.

Darstellung des Sulfocyanürs.

Chlorcyan wirkt auf die Bleiverbindungen des β Naphtylsulfhydrats unter den beim Rhodanphenyl angegebenen Bedingungen ebenso rasch ein, wie auf Bleiphenylmercaptid, so dass die Gruppe $C_{10}H_7S'$ austritt, um sich mit CN des Chlorcyans zu verbinden, wogegen Chlor an ihre Stelle tritt; das normale Salz würde sich z. B. nach folgender Gleichung umsetzen:

$$(C_{10}H_7S)_2Pb + 2\,ClCN = PbCl_2 + 2\,C_{10}H_7\,.\,SCN.$$

In der Voraussetzung, das β Naphtylsulfocyanür müsste ein fester Körper sein, dampfte ich die vom Chlorblei getrennte alkoholische Lösung desselben ein, um es womöglich kristallisirt zu erhalten. Beim Erkalten scheidet sich indessen ein Oel ab, welches, mit Alkohol in Berührung gelassen, Tage lang flüssig bleibt. Auf Zusatz von Wasser erstarrt es, jedoch auch erst nach einiger Zeit, zu einer wachsähnlichen Masse. Auch aus Aether, in welchem das Rhodanat äusserst leicht löslich ist, kann es nicht kristallisirt erhalten werden, sondern scheidet sich nach dem freiwilligen Verdunsten des Aethers als Flüssigkeit ab.

Am schönsten und in reinem Zustande erhält man die Verbindung, wenn man die verdünnte alkoholische Lösung mit viel Wasser versetzt. Sie scheidet sich sofort aus, jedoch in so fein zertheiltem Zustande, dass die ganze Masse durchs Filter geht. Nach 24stündigem Stehen ist sie indess so cohärent geworden, dass sie ohne wesentlichen Verlust auf einem Filter gesammelt werden kann. Das Sulfocyanür stellt alsdann eine lockere, glänzende, schneeweisse Masse dar. Es ist geruchlos, schmilzt bei 35° und kann, einmal geschmolzen und sich selbst überlassen, mehrere Tage flüssig bleiben. Es ist nicht destillirbar.

Die Analysen führten zu folgenden Resultaten:

1) 0,1847 Gr. gaben bei der Verbrennung 0,4770 Gr. CO_2, wozu noch kommen 0,0014 Gr. im Schiffchen zurückgebliebene unverbrannte Kohle, und 0,0633 Gr. H_2O.

2) 0,2099 Gr. gaben 0,5463 Gr. CO_2 nebst 0,0005 Gr. Kohle aus dem Schiffchen und 0,0726 Gr. H_2O.

3) 0,1710 Gr. lieferten 0,2164 Gr. $BaSO_4$.

4) 0,1935 Gramm, mit Natronkalk geglüht, gaben 0,2372 Gr. Platinsalmiak und 0,1028 Gr. Pt; aus letzterem berechnen sich 0,01445 Gr. N.

Berechnet			Gefunden			
			1	2	3	4
C_{11}	= 132	71,35	71,19	71,18	—	—
H_7	= 7	3,78	3,81	3,84	—	—
S	= 32	17,30	—	—	17,38	—
N	= 14	7,57				7,47
$C_{11}H_7SN$	= 185	100,00				

Die Zersetzungen des Sulfocyannaphtyls sind genau den für das Rhodanphenyl beschriebenen analog.

Zerzetzung durch Kaliumsulfhydrat.

Naphtylsulfocyanür und Kaliumsulfhydrat setzen sich in alkoholischer Lösung sofort um zu Naphtylmercaptan und Rhodankalium nach der Gleichung:

$$C_{10}H_7 . S . CN + KHS = C_{10}H_7 . SH + KSCN.$$

Das Naphtylsulfhydrat fällt auf Zusatz von Wasser und Salzsäure in Flocken heraus, es zeigt den eigenthümlichen Geruch und den Schmelzpunkt des Mercaptans (75°) und wird durch Bleiacetat als Mercaptid gefällt.

Die Lösung, mit Salzsäure angesäuert, gibt mit Eisenoxydsalzen die bekannte Rhodanreaktion.

Zersetzung durch Salzsäure.

Im zugeschmolzenen Rohr bei 200° dem Einfluss von concentrirter Salzsäure ausgesetzt, nimmt 1 Mol. Rhodannaphtyl 2 Mol. Wasser auf und liefert Sulfhydrat, Kohlensäure und Ammoniak:

$$C_{10}H_7 . S . CN + 2H_2O = C_{10}H_7 . SH + CO_2 + NH_3,$$

wobei man sich, wie bei Rhodanphenyl, den Process in 2 Stadien verlaufend zu denken hat.

Die Umsetzungsprodukte wurden auf bekannte Weise nachgewiesen; das Naphtylsulfhydrat zeigte den Schmelzpunkt gewöhnlich etwas zu hoch in Folge von beigemengtem Bisulfid. Ammoniak wurde quantitativ festgestellt:

0,2031 Gr. Rhodanür gaben 0,1143 Gr. Pt, entsprechend 0,0161 Gr. oder 7,96% N (Theorie 7,57%).

Zersetzung durch Natriumamalgam.

Mit 3procentigem Natriumamalgam gemischt und auf 150—160° erhitzt, spaltet sich Rhodannaphtyl glatt in Bisulfid und Cyannatrium:

$$2\,C_{10}\,H_7\,.\,S\,.\,CN + Na_2 = 2\,Na\,CN + (C_{10}\,H_7\,S)_2\,.$$

Der wässrige Auszug der Reaktionsmasse gab mit Eisenoxydul-Oxydsalz und nachherigem Ansäuern einen Niederschlag von Berlinerblau.

Der Rückstand, mit einem Gemisch von Alkohol und Terpentinoel behandelt, liess beim Erkalten die bei 132° schmelzenden kleinen Nadeln von Naphtylbisulfid herauskristallisiren.

0,1251 Gr. Bisulfid gaben 0,1848 Gr. $Ba\,SO_4$, entspr. 20,29 % S; $(C_{10}\,H_7\,S)_2$ verlangt 20,13 %.

Die bis dahin beschriebenen Versuche dürften wohl genügen, um die Aufgabe, die ich mir zunächst gestellt hatte, als gelöst erscheinen zu lassen, nachdem die Existenz der wahren Rhodanabkömmlinge von zwei der wichtigsten aromatischen Kohlenwasserstoffe bewiesen ist; denn es ist nicht daran zu zweifeln, dass jetzt ohne Schwierigkeit noch weitere aromatische Rhodanate sich werden erzeugen lassen.

Alsdann fehlt in der Reihe der Rhodanate nur noch das dem Senfoel par excellence isomere Allylsulfocyanür, dessen Darstellung Schwierigkeiten ganz eigener Art in den Weg getreten sind. Ich zog, um die Reihe womög-

lich auszufüllen, nur noch das Allylrhodanür in meine Arbeit mit hinein.

Sulfocyanallyl.

Da das Radical Allyl mit einer so grossen Affinität zu Stickstoff begabt ist, dass es, selbst die freie Schwefelvalenz in der Sulfocyangruppe verschmähend, den Stickstoff dieser Gruppe veranlasst, sich theilweise von dem Kohlenstoff loszulösen, um sich mit ihm zu vereinigen, so konnte, wenn das Sulfocyanallyl überhaupt existenzfähig war, kaum ein anderer Weg gedacht werden, um zu dieser Verbindung zu gelangen, als der zweite von mir in der aromatischen Reihe eingeschlagene. Es durfte der Allylgruppe nicht die Wahl gelassen werden zwischen Schwefel und Stickstoff, sondern der Schwefel musste erst allein geboten werden. Ich ging also von dem Allylmercaptan aus.

Darstellung des Bleiallylmercaptids.

Die einzige Notiz, welche sich über Allylsulfhydrat vorfindet, stammt von Cahours und Hofmann [1]). Diese Forscher geben an, dass man bei Einwirkung von Jodallyl auf Kaliumsulfhydrat ein leicht bewegliches Oel erhalte, welches bei 90° siede und reines Allylmercaptan sei.

Ich war nach Kräften bemüht, diese spärliche Vorschrift möglichst genau zu befolgen, fand aber, dass die Reaction nicht so glatt und einfach ist. Ich liess Jodallyl tropfenweise in eine alkoholische Lösung von überschüssigem Kaliumsulfhydrat einfallen, versetzte mit Wasser,

---

[1]) Annalen d. Ch. und Ph. CII. 292.

hob das oben ausgeschiedene hell gelb gefärbte Oel ab, trocknete es und unterwarf es der fractionirten Destillation. Die Flüssigkeit begann schon bei 68° zu sieden, und es ging ein nicht unbeträchtlicher Theil bis 80° über, dann stieg das Thermometer ziemlich rasch bis gegen 100°, hierauf langsamer bis 120° und endlich bis auf 150°. Bei 90° konnte ich keinen constanten Siedepunkt wahrnehmen. Ich versuchte die zwischen 68—80° übergegangenen Antheile mehrmals zu rectificiren; hiebei ging der Siedepunkt immer mehr in die Höhe und stieg bei der 4. Fractionirung plötzlich bis über 200°. Es hatte eine Umwandlung des ursprünglichen Productes statt gehabt, die ich aber nicht näher verfolgen konnte, da es mir hauptsächlich um das Bleisalz des Mercaptans zu thun war. Ich hoffte, am schnellsten und sichersten, und mit dem geringsten Verlust an Material dazu zu gelangen dadurch, dass ich aus dem Rohproduct, wie es durch die Wechselwirkung von Jodallyl und Kaliumsulfhydrat entsteht, nachdem dasselbe einmal mit dem Wasserdämpfen destillirt worden, mittelst Bleiacetat das Allylsulfhydrat an Blei gebunden herausfällte. Ich erhielt durch Vermischen der alkoholischen Lösungen der beiden Ingredientien, wenn ein Ueberschuss von Bleiacetat vermieden wurde, einen rein gelben, aus glänzenden Schuppen bestehenden Niederschlag, welcher auf ein Filter gebracht und mit Alkohol gewaschen wurde. Es hängt von verschiedenen Umständen ab, die mir zum Theil noch nicht ganz klar sind, ob der Niederschlag so wie eben beschrieben ausfällt, oder als harzige Masse, wie es einmal der Fall war; (durch Zerreiben mit Alkohol konnte jedoch damals dem Niederschlag der harzige Charakter genommen werden) oder ob er sich rascher oder weniger rasch färbt. Langsames

Eingiessen der nicht zu warmen Bleiacetatlösung in die Lösung des rohen Sulfhydrates und Vermeidung von zu grosser Concentration der beiden Lösungen scheinen günstige Bedingungen zu sein.

Um sie ganz rein zu erhalten, muss die Bleiverbindung mit Aether gewaschen und über Schwefelsäure getrocknet werden. Sie stellt alsdann rein gelbe, glänzende Kristallschuppen dar, die sich jedoch an Luft und Licht bald schwärzen.

0,1650 Gr. des frisch getrockneten Bleisalzes gaben 0,1411 Gr. $Pb S O_4$, entsprechend 58,42% Pb. Die Formel $(C_3 H_5 S)_2 Pb$ verlangt 58,64%.

Darstellung und Verhalten des Allylsulfocyanürs.

Zunächst wurde das nur mit Alkohol ausgewaschene Bleisalz in einem Kolben mit mehr Alkohol übergossen und ein Strom von trockenem Chlorcyangas eingeleitet, also genau verfahren, wie in der aromatischen Reihe. Das Ende der Einwirkung, oder ob überhaupt eine Einwirkung stattgehabt hatte, war aber hier nicht so leicht zu erkennen, da das Bleisalz, wie schon erwähnt, für sich allein schon geschwärzt wird, so dass also kein Uebergang in Weiss erwartet werden konnte. Ich setzte also das Einleiten so lange fort, bis das eingetretene schmutzige Gelbgrau der im Alkohol suspendirten Masse sich nicht mehr veränderte. Jetzt wurde von dem Satz abfiltrirt; in dem Filtrat brachte jedoch Wasser nur eine schwache Trübung hervor. Ich fürchtete, es möchte keine Einwirkung stattgefunden haben, bis ich mich überzeugte, dass auf Zusatz von mehr Wasser die Trübung wieder verschwand, woraus ich schloss, dass das Einwirkungsprodukt,

welches es auch sei, in Wasser löslich sein müsse. Ich destillirte nun aus der Flüssigkeit den Alkohol weg und schüttelte die etwas trüb gewordene wässrige Lösung mit Aether aus. Nach dem freiwilligen Verdunsten der abgehobenen aetherischen Lösung verblieben wenige schwach gelblich gefärbte Tropfen einer intensiv, aber nicht unangenehm riechenden Flüssigkeit zurück, gerade genug, um constatiren zu können, dass sich in der That Allylsulfocyanür gebildet hatte. Ein Tropfen mit Kaliumsulfhydratlösung behandelt, gab, nach Zusatz von Wasser und Ansäuern mit Salzsäure, mit Eisenchlorid intensive Rhodanreaction. Der Lösung wurde durch Aether das zweite Reactionsproduct entzogen; der aetherische Auszug gab auf Zusatz von einem Tropfen alkoholischer Bleilösung einen deutlichen gelben Niederschlag. Dass sich kein Senfoel gebildet hatte, bewies nicht nur der gänzlich verschiedene Geruch, sondern auch das Verhalten gegen Ammoniak und Anilin, welche, je mit einem Tropfen in alkoholischer Lösung vermischt, keine Spur von Kristallbildung hervorriefen. Bei gleicher Behandlung von ebenso geringen Quantitäten Senfoel trat sehr bald Kristallbildung ein.

Um grössere Mengen des Rhodanates zu gewinnen, musste das Verfahren in etwas modificirt werden: Ich übergoss jetzt das trockene Bleiallylmercaptid mit einer aetherischen Chlorcyanlösung und liess das Gemenge verschlossen, unter wiederholtem Schütteln ca. 12 Stunden einwirken. Dann wurde in mässiger Wärme verdunsten gelassen, worauf dann auch eine erkleckliche Quantität eines Liquidums zurückblieb, welches ebenfalls die oben angegebenen Eigenschaften besass. Die Flüssigkeit wurde mittelst Chlorcalcium getrocknet und behufs der Reinigung

der Destillation unterworfen. Unter 100° ging ein farbloses, leicht bewegliches Oel über, welches bei wiederholtem Fractioniren den Siedepunkt 82° zeigte. Denselben Siedepunkt besitzen nach Cahours und Hofmann [1]) der Allylaether und das Allylcyanat. Ob einer dieser Aether und welcher von beiden vorlag, und wie er entstanden, muss eine nähere Untersuchung erst noch zeigen.

Nach dem Versieden dieser Parthie stieg das Thermometer rasch auf 150° und die jetzt übergehenden Dämpfe hatten den intensiven, die Augen zu Thränen reizenden Geruch des Allylsenfoels. Der grösste Theil siedete constant zwischen 150 und 151°, hatte also auch den Siedepunkt des Senfoels.

Dasselbe wurde ferner charakterisirt durch sein Verhalten gegen Ammoniak und Anilin. Mit ersterem bildete es das bekannte Thiosinammin, $CS . NHC_3 H_5 . NH_2$, welches bei 70° schmelzende prismatische Kristalle darstellte, mit Anilin vereinigte es sich zu Allylphenylsulfoharnstoff, $CS . NHC_6 H_5 . NHC_3 H_5$, welcher aus Alkohol in den bekannten grossen, tafelförmigen, bei 99—100° schmelzenden Kristallen anschoss.

Das Rhodanallyl war also durch blosses Erhitzen auf 150° vollständig oder fast vollständig (denn das Senfoel lieferte auch nach wiederholtem Fractioniren mit Schwefelkalium noch Spuren von Rhodankalium) in das isomere Senfoel übergegangen.

Um das Rhodanat in für die Analyse genügend reinem Zustand zu erhalten, blieb nichts übrig, als bei der

---

[1]) Annalen d. Ch. und Ph. 102. 290, 297.

Darstellung die Bildung von Nebenproducten, welche nur durch erhöhte Temperatur entfernt werden konnten, zu vermeiden. Zur Aufnahme des durch Antimon und Chlorcalcium gereinigten Chlorcyangases wurde wasserfreier Aether verwandt und die so erhaltene Lösung mit dem chemisch reinen, analysirten Bleiallylmercaptid zusammengebracht. Nachdem das Bleisalz 12 Stunden der Einwirkung des Chlorcyans ausgesetzt geblieben war, wurde die filtrirte Lösung der freiwilligen Verdunstung überlassen und schliesslich über Schwefelsäure gestellt, um das zurückgebliebene Oel vollends auszutrocknen. Es stellt, auf diese Weise gewonnen, ein schwach gelblich gefärbtes Oel dar, von eigenthümlichem, nicht im Mindesten an Senfoel erinnernden Geruch. Die mit diesem Product vorgenommenen Analysen gaben folgende Zahlen:

1) 0,1547 Gr. des Oeles gaben 0,2756 Gr. CO_2 und 0,0717 Gr. H_2O.

2) 0,1301 Gr. Rhodanallyl lieferten 0,2972 Gr. $BaSO_4$.

	berechnet		gefunden 1	gefunden 2
C_4	= 48	48,48	48,58	—
H_5	= 5	5,05	5,15	—
S	= 32	32,32	—	31,37
N	= 14	14,14	—	—
	99	99,99		

Zersetzung durch Kaliumsulfhydrat.

Mit einer grössern Menge, als anfangs erwähnt, vorgenommen, brachte Kaliumsulfhydrat ebenfalls die allen Rhodanaten gemeinsame Spaltung in Mercaptan und Rhodankalium. Sofort nach Zusatz der Kaliverbindung trat statt des intensiven Geruchs des Sulfocyanürs der lauch-

artige Allylmercaptangeruch auf. Das Rhodankalium wurde auf bekannte Weise nachgewiesen. Das Allylsulfhydrat, durch Schütteln mit Aether der mit Wasser verdünnten (von ausgeschiedenem Sulfhydrat getrübten) Flüssigkeit entzogen, gab mit Bleiacetatlösung den rein gelben, sich rasch schwärzenden Niederschlag des Bleiallylmercaptids.

Zersetzung durch Natriumamalgam.

Von besonderem Interesse ist die Art und Weise, wie Rhodanallyl durch Natriumamalgam zerlegt wird. Die grosse Verwandtschaft von Allyl zu Stickstoff, auf die ich schon wiederholt aufmerksam gemacht habe und welche auch die sehr auffallende Umwandlung des Sulfocyanürs in Senfoel durch blosse Temperaturerhöhung veranlasst, bedingt auch hier ein Verhalten, das gänzlich abweicht von demjenigen der übrigen Rhodanate der Fettreihe und dem der aromatischen Rhodanate.

Kommt nämlich Sulfocyanallyl in Berührung mit Natriumamalgam, so tritt momentan unter heftiger Reaction der betäubende den Isocyanverbindungen zukommende Geruch auf. Offenbar wird durch das Natrium der Schwefel aus dem Rhodanmolecul herausgenommen und die Cyangruppe tritt in directe Verbindung mit dem Radical Allyl; aber nicht so (wie man erwarten sollte), dass die durch den Austritt des Schwefels frei gewordenen beiden Kohlenstoffvalenzen sich ausgleichen, sondern der Stickstoff geht in den fünfwerthigen Zustand[1]) und neutralisirt die

[1]) Wenn man nicht vorzieht, den Kohlenstoff hier zweiwerthig wirkend anzunehmen, wonach dem Isocyanür die Formel $C_3H_5 - N = C$ zukäme.

beiden Kohlenstoffvalenzen, es entsteht nicht das Nitril der Crotonsäure, sondern Isocyanallyl, im Sinne folgender Gleichung:

$$\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\overset{\text{S}-\text{C}_3\text{H}_5}{|}} + Na_2 = Na_2S + C\equiv N-C_3H_5 .$$

Der Austritt von Schwefel findet offenbar hier bloss statt, um dem Stickstoff Gelegenheit zu geben, in directe Verbindung mit dem Allylcomplex zu treten, denn beim Allylsenfoel, wo *a priori* die Isocyanürbildung in Folge von Entschweflung eher zu erwarten wäre, tritt diese Reaction nicht ein.

Es ist diese Thatsache um so bemerkenswerther, als die umgekehrte Umgruppirung, nämlich die der Isocyanüre in die Nitrile für die Fettkörper von Gautier [1]) wahrscheinlich gemacht, von Weith [2]) für die aromatische Reihe bewiesen worden ist.

Die angeführten Thatsachen lassen wohl keinen Zweifel mehr an der Existenz des wirklichen Sulfocyanürs der Allylreihe aufkommen.

Ohne Zweifel ist die Bildung von Rhodanaten durch Einwirkung von Chlorcyan auf die Mercaptide, wenigstens auf die Bleimercaptide, eine ganz allgemeine.

---

[1]) Ann. Ch. u. Ph. 146, 128.

[2]) Berl. Ber. VI. 213.

Um dies zu zeigen, habe ich zum Schluss noch einen Versuch gemacht, Rhodanaethyl auf diese Weise zu gewinnen, welcher günstig ausgefallen ist. Ich habe indessen in so kleinem Maasstab gearbeitet, (da mir im Augenblick nicht mehr Material zu Gebote stand), dass ich nur eben qualitativ die Bildung eines Rhodanürs nachweisen konnte.

Als Typus der Reaction kann die Bildung von Rhodankalium aus Schwefelkalium und Chlorcyan betrachtet werden. Diese erfolgt in der That, wie ein angestellter Versuch zeigte, nach der Gleichung:

$$KSK + Cl\,CN = K\,Cl + KSCN.$$

Aus meiner Untersuchung sind also kurz folgende Resultate hervorgegangen:

Die bis jetzt noch nicht bekannt gewesenen wirklichen Sulfocyanüre der aromatischen Reihe und des Radicals Allyls, sowie wahrscheinlich alle bekannten Rhodanate lassen sich darstellen mittelst der durch folgende allgemeine Gleichung ausgedrückten Reaction:

$$(R\,.\,S)_2\,Pb + 2\,Cl\,CN = Pb\,Cl_2 + R\,.\,S\,.\,CN.$$

(Aus dem physiolog. Laboratorium zu Zürich.)

Zur Physiologie und Pathologie des Glykogens

von

Dr. med. **B. Luchsinger.**

> **„Es ist in der That höchst interessant zu bemerken, wie uns die amyloide Substanz in der Eigenschaft ihrer schwachen Diffusionsfähigkeit, die sie besitzt, ein Beispiel von den harmonischen Einrichtungen darbietet, die bei der Ausführung von Naturprocessen bestehen!"**
>
> *F. W. Pavy, 1862.*

Seine Elementarzusammensetzung $C_6 H_{10} O_5$ (Gorup-Besanez) stellt das Glykogen in die Gruppe der Kohlenhydrate, charakterisirt es speziell als ein Anhydrid des Zuckers. Wie alle diese Anhydride nimmt es bei Einwirkung hydrolytischer Agentien leicht Wasser auf; es geht dadurch in Traubenzucker über. In Wasser ist das Glykogen mit Opalescenz löslich, mit weingelber Jodlösung gibt es burgunderrothe Färbung, eine äusserst empfindliche Reaction. Diese Färbung schwindet beim Erwärmen, kömmt beim Erkalten wieder. Die wässrige Lösung dreht den polarisirten Strahl nach rechts (ca. 130 °). Alkohol schlägt es daraus als weisses Pulver nieder. Kurz, wir haben seine Eigenschaften genügend gekennzeichnet, wenn wir nur auf die in allen Punkten einschlagenden Analogieen mit der Stärke hinweisen, — ist das Glykogen

doch mit Fug schon thierisches Amylum genannt worden. Vielleicht als wichtigste Eigenschaft charakterisirt beide deren unendlich kleine Diffundibilität. Diess stellt sie in schroffen Gegensatz zum Zucker, verleiht ihnen aber wohl gerade dadurch im Kampf der Molekule um ihr Dasein das Recht der Existenz.

Das Studium der Bildung des Glykogens verspricht ein helles Licht auch auf die Erkenntniss anderer Assimilationsprocesse zu werfen; dessen physiologische Wichtigkeit wird noch gesteigert durch die Beziehung zwischen Muskelarbeit und Verbrauch von Kohlenhydraten, welche so scharfsinnig von M. Traube ausgerechnet, von Fick und Wislicenus auf's Klarste durch ihre bekannte Faulhornbesteigung bewiesen wurde. Für die Pathologie gewinnt das Glykogen Bedeutung genug, indem sein Studium zur Aufhellung einer Krankheitserscheinung führen muss, die seit alter Zeit das heftigste Interesse der Physiologen und Pathologen rege hielt; ohne dessen stete Berücksichtigung kann das Auftreten von Zucker im Harn nie erklärt werden, ist doch dieser Körper durch so mannigfaltige thierische Fermente mit Leichtigkeit in Zucker überzuführen.

In vorliegender Arbeit handelt es sich hauptsächlich um die Bildung des Glykogens.

Bei der grossen Reciprocität zwischen Glykogen- und Zuckerstand im thierischen Körper konnte uns eine zu scrupulöse Scheidung in rein physiologische und rein pathologische Fragen wenig nutzbringend erscheinen und hielt ich gerade eine parallele Behandlung beider Seiten zur allgemeinen Lösung des Problems für in hohem Masse förderlich. Bei der Komplizirtheit der angeregten Punkte ist zwar eine gleichzeitige Inangriffnahme derselben schon vermessen erschienen; aber durch den auf-

Stets habe ich nach diesem Verfahren gearbeitet. Nur habe ich bei leicht zerreibbaren Organen das Zerkochen mit Alkalien vermieden. Gut zerkleinerten Lebern, ebenso den Eierstöcken der Frösche lässt sich schon durch wiederholtes Auskochen mit grossen Wassermengen annähernd alles Glykogen entziehen.

Man bekömmt dann das Glykogen aschenfrei; auch geräth dabei viel weniger Eiweiss in Lösung, es wird somit zu dessen Entfernung auch weniger von Brücke's nicht billigem Reagens gebraucht. Zu empfehlen ist diese Modifikation allerdings nur bei kleinern Organen, bei grössern würde die Analyse sehr zeitraubend, und in Folge dessen die Gefahr für eine Zersetzung des Glykogens, besonders bei hohen Sommertemperaturen, eine sehr grosse. Anderseits zeichnet sich die stark alkalische Lösung als gutes Conservationsmittel aus.

War nicht das gewöhnliche Glykogen zu erwarten, so habe ich den gefundenen Körper mit Normalglykogen verglichen. Als solches betrachte ich Glykogen, das ich aus den Lebern von Hungerkaninchen nach Injectionen reiner Traubenzuckerlösung in den Magen gewann.

Auch die meisten andern spätern Untersucher haben durch alleinige Befolgung von Brücke's Methode ihr Urtheil abgegeben [Dock [1]), Weiss [2 u. 3]), Salomon [4 u. 5]), G. Heidenhain [6])]. So muss denn gewiss einiges Befremden erregen, wenn jetzt trotz gegebener guter Methode noch Arbeiten nach andern Methoden gemacht werden, ohne

---

[1]) Pflüger's Archiv. V.

[2]) Wiener akad. Sitzungsber. LXIV (II) u. [3]) ebenda LXVII (III).

[4]) Virchow's Archiv Bd. 61 u. [5]) Med. Centralblatt 1874 Nr. 47.

[6]) vgl. Naunyn in Archiv f. exp. Patholog. III.

Fortschritt möglich durch Schaffen einer Methode, die an Genauigkeit die frühern weit übertrifft (1871).

Die Organe werden zur bessern Extraktion mit Laugen zerkocht, nach dem Abkühlen wird stark mit Salzsäure angesäuert, darauf mit Jodquecksilberjodkaliumlösung versetzt, wodurch Eiweiss, Leim, Peptone niedergeschlagen werden, filtrirt, gut ausgewaschen und nun dem Filtrate Alkohol zugesetzt bis reichlicher Niederschlag eintritt.

Dieser Niederschlag enthält das Glykogen, braucht aber nicht nothwendig nur Glykogen zu sein. Schon Brücke wies dasselbe Verhalten vom Dextrin nach. Und es wird ebenso mit hoher Wahrscheinlichkeit auch für die zahlreichen, erst in der neuesten Zeit von Brücke und W. Nägeli gefundenen Uebergänge von Stärke zu Zucker gelten können, die alle in Wasser löslich, in Alkohol unlöslich sind. Sie alle sind Anhydride des Traubenzuckers. Nichts hindert, ein ähnliches Verhalten auch für Anhydride anderer Zuckerarten anzunehmen. Brücke's Methode kann also exakt nur den Gehalt an gewissen Zuckeranhydriden überhaupt bestimmen, ein Punkt, der für unsere Versuche um so weniger deren Brauchbarkeit beschränkt, als in unserer Hauptfrage gerade diese Allgemeinheit höchste Bedeutung besitzt.

Oefters schon dürfte Dextrin für Glykogen gehalten worden sein; in gewissen Versuchen wird die Möglichkeit anderer bis jetzt nicht bekannter Anhydride anderer Zuckerarten zu beachten sein. Meist dürften hier nur feinere, chemische und physikalische Unterschiede vorliegen. Sorgfältigste Isolirung dieser Körper von andern thierischen Stoffen erscheint als unbedingtes Erforderniss ihrer weitern Untersuchung und diesen Dienst leistet eben Brücke's Methode.

Stets habe ich nach diesem Verfahren gearbeitet. Nur habe ich bei leicht zerreibbaren Organen das Zerkochen mit Alkalien vermieden. Gut zerkleinerten Lebern, ebenso den Eierstöcken der Frösche lässt sich schon durch wiederholtes Auskochen mit grossen Wassermengen annähernd alles Glykogen entziehen.

Man bekömmt dann das Glykogen aschenfrei; auch geräth dabei viel weniger Eiweiss in Lösung, es wird somit zu dessen Entfernung auch weniger von Brücke's nicht billigem Reagens gebraucht. Zu empfehlen ist diese Modifikation allerdings nur bei kleinern Organen, bei grössern würde die Analyse sehr zeitraubend, und in Folge dessen die Gefahr für eine Zersetzung des Glykogens, besonders bei hohen Sommertemperaturen, eine sehr grosse. Anderseits zeichnet sich die stark alkalische Lösung als gutes Conservationsmittel aus.

War nicht das gewöhnliche Glykogen zu erwarten, so habe ich den gefundenen Körper mit Normalglykogen verglichen. Als solches betrachte ich Glykogen, das ich aus den Lebern von Hungerkaninchen nach Injectionen reiner Traubenzuckerlösung in den Magen gewann.

Auch die meisten andern spätern Untersucher haben durch alleinige Befolgung von Brücke's Methode ihr Urtheil abgegeben [Dock[1]), Weiss[2 u. 3]), Salomon[4 u. 5]), G. Heidenhain[6])]. So muss denn gewiss einiges Befremden erregen, wenn jetzt trotz gegebener guter Methode noch Arbeiten nach andern Methoden gemacht werden, ohne

---

1) Pflüger's Archiv. V.

2) Wiener akad. Sitzungsber. LXIV (II) u. 3) ebenda LXVII (III).

4) Virchow's Archiv Bd. 61 u. 5) Med. Centralblatt 1874 Nr. 47.

6) vgl. Naunyn in Archiv f. exp. Patholog. III.

auch nur den Schatten einer Kontrole mit Brücke's Verfahren für sich zu haben. Dies trifft zu in der Arbeit von Goldstein[1]), der im Würzburger physiologischen Laboratorium nach einer kolorimetrischen Methode gearbeitet hat, die sich auf die bekannte Farbenreaktion mit Jod stützt.

Der einzige Vortheil dieses Verfahrens mag Schnelligkeit der Untersuchung sein. Doch dürfte dieser Gewinn sehr reduzirt werden bei gewissenhafter Ausführung der Analyse, wenn man bedenkt, dass zur völligen Extraktion des Glykogens — will man Alkalien vermeiden — auch bei Lebern mehrmaliges Auskochen mit grossen Wassermengen absolut erforderlich ist[2]).

Doch von diesen Umständlichkeiten erwähnt Goldstein kein Wort. Dagegen bietet seine Bestimmung so grosse Nachtheile, dass allerdings auch bei nur einmaligem Auskochen nur noch ein relativ kleiner Fehler begangen werden kann. Bei der so grossen Empfindlichkeit der Reaction — Mengen, die der Wägung entgehen, können noch leicht nachgewiesen werden — müssen natürlich grosse Verdünnungen angewendet werden, dadurch multipliciren sich aber die Beobachtungsfehler ausserordentlich und diese sind nicht gering.

Es kömmt hier nur auf feine Farbenunterschiede zwischen Roth und Rothbraun an; von Goldstein erfahren wir nicht einmal, ob seine Jodlösung nicht schon roth war, denn nur stark verdünnte — er gibt nicht zu conzentrirte an — ist weingelb, also für diese Zweeke einzig brauchbar.

---

[1]) Verhandlg. d. physik. med. Gesellschaft in Würzburg. N. F. VII. Bd.

[2]) vide B. Luchsinger, Med. Centralbl. 1872. Nr. 9; G. Salomon l. c. (4); v. Wittich, Med. Centralbl. 1875. Nr. 8.

Weiter gelingt diese Farbenreaktion nicht immer mit voller Reinheit. Schon der Entdecker des Glykogens [1]) sagt, nie dürfe man sich allein an diese Reaktion halten; (man verstehe wohl, nicht einmal bei qualitativer Untersuchung), denn sonst komme man leicht in die Lage, Glykogen da zu vermuthen, wo solches nicht, anderseits auch solches zu übersehen, wo es nur in kleinen Mengen vorhanden sei. Bei meinen vielfachen Proben auf Glykogen hatte ich öfters Gelegenheit, auch diesen Ausspruch Bernard's [1]) zu bestätigen.

Soll diese Probe leicht und untrüglich gelingen, so muss die Flüssigkeit klar und kalt sein; enthält sie Eiweisskörper, stark sauer reagiren; denn sonst bilden sich feine braune Niederschläge, die nur äusserst langsam sich senken, und es kann sich sehr leicht ereignen, in der bei durchfallendem Lichte auch bei Anwendung weingelber Lösung rothbraun gefärbten Flüssigkeit Glykogen zu vermuthen, wo keines ist. Erwärmt man in solchen zweifelhaften Fällen, so kann die braune Farbe schwinden, ohne beim Erkalten wieder zu kommen; setzt man Säure zu, so schwindet die rothbraune Trübung und macht klarem Weingelb Platz; lässt man stehen, so findet man oft erst nach 24 Stunden einen braunen Niederschlag und jetzt gibt die klare überstehende Flüssigkeit keine Jodreaktion mehr. Bei dem Verfahren von Goldstein geht aber immer und vielleicht manchmal eine nicht unbeträchtliche Menge Eiweiss in Lösung. Wollte man also damit sicher gehen, so müsste man stark ansäuern — darüber findet man bei Goldstein keine Angabe — oder besser erst Eiweiss und Leim ausfällen; mit Vortheil dies zu thun, lehrt aber gerade

---

[1]) Cl. Bernard, Compt. rend. XLIV.

Brücke's Methode. Dann aber dürfte die direkte Bestimmung des Glykogens durch Ausfällen mit Alkohol nicht allein bei weitem exakter sein, sondern auch mit nicht viel grösserm Zeitaufwande zum Ziele führen.

Doch es ist nicht geradezu unmöglich, dass auch sein Normalglykogen bedeutende Mengen von Eiweiss und Leim enthielt. Wenn nicht eine genaue Kontrole dieses Verfahrens mit Brücke's Methode, so hätte man doch genauere Angaben über das angewandte Normalglykogen erwarten dürfen. Anstatt sich solches eigens nach gegebener Methode zu bereiten, bediente er sich des Glykogens des Handels von Sittel. In unserem Laboratorium fand sich ein solches Präparat aus dem Jahr 1870. Dessen Reinheit hielt ich deshalb schon von vornherein für verdächtig, der Versuch bewies meine Vermuthung auf's Evidenteste.

Versuch Nr. 1. Eine kleine Quantität dieses Glykogens liess nach längerem Kochen mit Wasser noch eine bedeutende Masse ungelöst, erst nach Zusatz von Na OH trat völlige Lösung ein. Wird jetzt mit Salzsäure stark angesäuert, so erscheint nach Zusatz des Brücke'schen Reagens ein reichlicher Niederschlag.

Wenn also nichts über die Verfertigungszeit von Goldstein's Normalglykogen angegeben, so ist ein Zweifel an dessen Reinheit jedenfalls gerechtfertigt, um so mehr, als derselbe bei ein Paar Fermentirungsversuchen kaum die Hälfte des angewandten »Glykogen« als Zucker wiederfindet.

Abgesehen von diesen vielfachen Mängeln steht einer allgemeinen Verwendbarkeit dieser Methode zur quantitativen Untersuchung thierischer Flüssigkeiten die Variation in der Nüancirung entgegen, die Glykogene verschiedener Fundorte zeigen. (Ich erinnere an die stark violette Nüance des Jodglykogens der Hühnermuskeln).

Sollte jenes aber auch Dextrin sein, so wäre damit die Möglichkeit eines allgemeinern Vorkommens von Dextrin im Thierkörper bewiesen. Diese beiden Stoffe gemeinsam zu bestimmen, wäre oft schon von wesentlichem Werth. Die Verschiedenheit ihrer Jodkörper erlaubt auf diesem Wege keine exakte Analyse.

Das Studium der Bildung des Glykogens bezog sich bisher meist nur auf die Leber. Diese Beschränkung mag im Interesse der Theilung der Arbeit gerechtfertigt erscheinen, anderseits kann aber das Problem erst im vollen Umfang gelöst betrachtet werden, wenn auch die übrigen Organe berücksichtigt sind. Durch Variation der Organe werden eine Anzahl Spezialbedingungen geändert. Dadurch treten die zur allgemeinen Lösung nothwendigen Beziehungen klarer hervor. Die über die Glykogenbildung in der Leber gehegten Meinungen müssen auch an andern Organen ihr Recht beweisen und in der That dürfte sich manche jener Hypothesen auf diesem Wege leicht ausschliessen lassen.

Die Untersuchung über die Orte des Vorkommens des Glykogens im thierischen Körper stellt sich so selbstredend als Vorfrage.

b) Vorkommen des Glykogens.

Von zahlreichen Organen wurde schon ein Gehalt an glykogenartiger Substanz berichtet.

Ihr vorzüglichster, nie bestrittener Sitz und erster Fundort aber ist die Leber. Es scheint dies in der That in grösster Allgemeinheit zu gelten, denn es fand sich Glykogen in den Lebern aller bis jetzt untersuchter

Thiere, sogar in den vom Darm noch nicht differenzirten Leberzellen der Würmer und Insekten ist es von Cl. Bernard[1]) durch die allerdings nicht sehr zuverlässige mikroscopische Analyse gefunden worden.

Werden Muskeln wohlgenährter Thiere noch zuckend in siedende, verdünnte Natronlauge gebracht, dann nach Brücke's Methode untersucht, so lässt sich auch in diesen ein nicht unbeträchtlicher Gehalt an glykogenartiger Substanz erkennen. Die Lösung gibt mit Jod die bekannte Reaktion, dreht den polarisirten Strahl stark nach rechts (ca. 140°), bildet, mit Salzsäure gekocht, Zucker; doch fehlt ihr meist jene auffallende Opalescenz, die noch stark verdünnte Leberglykogenlösungen besitzen. Auch im Herzmuskel ist diese amyloide Substanz von Weiss und mir gefunden worden.

Weiter hat Kühne deren Existenz im Hoden angegeben, Treskin dagegen opponirt, und in der That habe auch ich in einer grössern Zahl von wohlgenährten Thieren (Hund, Katze, Kaninchen) das Glykogen dort nicht so constant nachweisen können, wie man bei Lebern und Muskeln gewohnt ist. Dagegen sind die Hoden von Fröschen im Sommer und Winter fast ohne Ausnahme glykogenhaltig.

Auch im Eierstock der Frösche habe ich Glykogen in bedeutender Menge nachweisen können; selbst bei Winterfröschen zu einer Zeit, wo dasselbe sogar aus der Leber bis auf Spuren geschwunden war, fand ich in einem Falle 0,13 grm., in einem andern 0,09 grm.

Vergebens habe ich im Eierstock der Säuger danach gesucht.

---

[1]) Compt. rend. XLVIII.

Im Fötus sind die meisten Organe glykogenreich; sogar Orte, wo man später dieses nie wieder findet, sollen in gewisser Periode ihrer Entwicklung mit diesem Stoff überfüllt sein, so die Haut, Knorpel, Lungen, die Zellen des Magens und Darms etc. Freilich gilt auch häufig nur ein nicht ganz untrüglicher mikroscopischer Nachweis [1]).

Aus den Orten des Vorkommens dürfte sich meist mit Recht ein Schluss auf die Orte des Verbrauchs ziehen lassen. Die Kenntniss ersterer ist der erste Schritt zur Erkenntniss der endlichen Zwecke des Glykogens im thierischen Haushalt. Das Glykogen wird in der That vom Thier verbraucht. Es schwindet gänzlich bei längerer Nahrungsentziehung, bei wiedereingetretener Fütterung erscheint es wieder.

Will man die Bedingungen des Wiederauftretens des Glykogens studiren, so muss der Glykogengehalt der Organe vor dem Versuch durch Hunger auf Null gesetzt sein. So selbstverständlich die genaue Kenntniss der dazu erforderlichen Hungerzeit auch erscheinen mag, so wenig ist dies Prinzip durchgehend berücksichtigt worden. Die Schwundzeit des Glykogens variirt nun nach Organ, nach Thierart, nach Schnelligkeit des Stoffwechsels, nach Höhe der vorhergehenden Ernährung.

---

[1]) vgl. Cl. Bernard. Compt. rend. XLVIII.
„ M'Donnell. Journal de l'anat. et phys. 1865. 504—74.

c) *Der Glykogenstand der Organe als Funktion der Hungerzeit.*

α) Leber.

1. Kaninchenleber. Bei guter Ernährung können, wie Salomon[1]) gezeigt hat, mehr denn 4,5 grm. Glykogen in derselben gefunden werden, und hat dieser[2]) neulich sogar eine Menge von 8 grm. durch eintägige Fütterung mit Kartoffeln und Rohrzucker erzielt. Doch dürften diese Fälle wohl Ausnahmen sein. Mit Eintritt der Hungerzeit schwindet nun das Glykogen bald rascher, bald langsamer. So kann es sogar am 2. Hungertage schon gänzlich geschwunden sein. Bei kräftigen Thieren sind aber auch am 4. Tage noch merkliche Mengen anzutreffen (in einigen meiner Versuche 0,2 — 0,4 grm.). Naunyn[3]) findet nach Zuckerstich bei 4 Hungertagen noch 0,4 grm. Zucker im Harn, eine Zuckermenge, die wohl ausschliesslich vom Glykogen der Leber abgeleitet werden muss. Weiss[4]) findet nach 6 Hungertagen sogar noch ca. 0,1 grm. Leberglykogen.

Diese Verschiedenheit der Schwundzeit steht im engsten Zusammenhange mit dem Stande der vorherigen Ernährung. Schlagend beweist dies folgender Fall.

Versuch Nr. 2. Ein kräftiges Kaninchen liess ich mehrere Tage mit Kartoffeln und Weizen stark füttern, gab ihm auch ab und zu einige Zuckerinjektionen. Nach 2tägiger darauf folgender Hungerzeit bestimmte ich den Glykogengehalt der Leber zu 0,513 grm.

---

[1]) l. c. (4).
[2]) l. c. (5).
[3]) l. c.
[4]) l. c. (3).

Sollen also Versuche kontrolfähig sein, so müssen die Thiere vorher längere Zeit gleiche Ernährung genossen haben, sie müssen wo möglich aus dem gleichen Stalle kommen; die Hungerzeit muss mindestens 4—6 Tage dauern. (Cl. Bernard[1]) fand als nöthige Hungerzeit für völligen Zuckerschwund 4 — 8 Tage).

Versuche, welche sich auf weniger als 4 Hungertage beziehen, leiden nothwendig an grosser Zweideutigkeit, sobald es sich nicht um grosse Glykogenmengen handelt.

Auch dieser Vorwurf trifft sämmtliche von Goldstein[2]) an Kaninchen angestellte Versuche. In diesen dauerte die Hungerzeit gewöhnlich nur 2 — 3 Tage, die Versuchszeit ein paar Stunden und die resultirte Glykogenmenge war höchst unbedeutend.

Ebenso verstossen sich gegen dieses Prinzip sämmtliche Hungerversuche von Salomon[3]). Die daraus entspringende Zweideutigkeit beweisen triftig die Aussagen der Tabellen über den Einfluss von Oel und Mannit. Obschon Salomon letzterem Körper im Allgemeinen das Glykogenbildungsvermögen abspricht, findet er doch nach $2^1/_2$ Hungertagen noch 0,25 grm. Glykogen nach Eingabe jenes Körpers und sucht für diesen Fall nach speziellen Versuchsbedingungen, unter denen hier Glykogenbildung eingetreten sei. Durch noch so viele Versuche mit Vernachlässigung dieses Prinzips kann es hier keine Lösung geben. Salomon wirft mir zu geringe Zahl der Versuche vor. Sind diese auch an Zahl gering, aber in diesem Sinne fehlerfrei ausgeführt, so dürften sie gerade in diesen Fragen entschieden mehr beweisen.

---

[1]) Leç. de phys. expériment. I. pag. 139.

[2]) l. c.

[3]) l. c. (4).

2) Hundeleber. Sie ist sicher glykogenfrei erst nach einer Hungerzeit von ca. 14—21 Tagen. Auch hier habe ich auf die erfreuliche Uebereinstimmung mit Bernard[1]) hinzuweisen, der bis zum 12.—20. Hungertage noch Zucker in derselben fand. Heynsius[2]) konnte ebenfalls noch am 12. Hungertage beträchtliche Mengen Glykogen nachweisen.

Versuche an der Hundeleber müssen also mit noch grösserer Vorsicht aufgenommen sein. Die meisten älteren Versuche leiden an Nichtbefolgung dieses Prinzips, so auch mehrere Versuche Bernard's, vor allem aber die Versuche van Deen's[3]). Auch der einzige von Dock am Hunde ausgeführte Versuch verliert damit seine Bedeutung.

3) Katzenleber verhält sich nach allerdings nur wenigen von mir ausgeführten Versuchen total wie die Leber der Hunde.

4) Froschleber verhält sich in hohem Masse verschieden je nach der Jahreszeit. Im Sommer verschwindet das Glykogen bei völligem Hunger nach 3—6 Wochen, während Winterfrösche solches erst gegen Frühjahr bis auf Spuren verlieren. Es ist im höchsten Grade überraschend, wie stark glykogenhaltig deren Lebern in den ersten Wintermonaten noch sind.

Mitte November fand ich in der Leber eines grossen Frosches eine halbe Stunde nach der Tödtung noch 0,32 grm., in jener eines andern 0,27 grm.; 2 Frösche von demselben Fange, im Laboratorium aufbewahrt, enthielten Ende Dezember noch 0,19 und 0,22 grm.

---

[1]) Nouvelle fonction du foie 1853, pag. 65.
Leç. de phys. expériment. I. pag. 139.

[2]) Studien des physiol. Instituts zu Amsterdam 1861.

[3]) Nederl. Tijdschr. voor Geneeskunde 1860, pag. 481.

Diese Verhältnisse kannten schon Bernard und Schiff[1]), sie erwähnen ihrer an mehreren Orten.

Winterfrösche sind somit zu Versuchen über Glykogenbildung zu meiden; deren stark atrophirte Leber dürfte sich aber auch ohnehin für diesen Prozess ungünstig erweisen.

Die Thatsache des langsamen Verbrauchs von Glykogen bei Winterfröschen findet ihr Analogon an dem Warmblüter im Winterschlaf. Von bedeutender Menge Glykogen in der Leber winterschlafender Murmelthiere wurde bald nach Entdeckung desselben von Valentin[2]), in neuester Zeit von Aeby[3]) berichtet.

5) Schneckenleber. Meine Versuche beziehen sich einzig auf Helix pomatia. Gegen Ende des Winterschlafs ist deren Glykogen völlig aufgezehrt, im Sommer schwindet dasselbe nach einer Hungerzeit von ca. 4—6 Wochen.

β) Muskeln.

Wie immer auch die Zeit des Hungerschwundes von Leberglykogen bei verschiedenen Thieren sich ergab, stets fand ich die Schwundzeit für das Glykogen der Muskeln beträchtlich geringer.

Bei Kaninchen sind die Muskeln fast immer schon nach 2 Hungertagen glykogenfrei. Während in Versuch Nr. 2 die Leber nach 2 Hungertagen noch so beträchtlichen Gehalt an Glykogen besass, fand sich in den Muskeln eines Schenkels keine Spur.

---

[1]) Schiff, Untersuchungen über die Zuckerbildung in der Leber 1859.

[2]) nach Schiff l. c. pag. 30.

[3]) Archiv f. exp. Patholog. Bd. III.

Bei Hunden und Katzen hält zwar auch das Muskelglykogen länger an, doch fand ich nie Glykogen in den Muskeln von Hunden mit 14—21 Hungertagen, während man hier doch noch bisweilen nicht unbeträchtlich Leberglykogen findet. Ein Versuch an der Katze mit 12 Hungertagen steht damit in Uebereinstimmung.

Für das Pferd[1]) meldet Cl. Bernard Schwinden des Muskelglykogens wenige Tage nach Nahrungsentziehung.

In vorher gut mit Weizen gefütterten Tauben[1]) ist das Muskelglykogen schon nach 2 Hungertagen völlig geschwunden. Von der Richtigkeit dieser Angabe habe ich selbst mich zweimal überzeugen können.

Auch für den Frosch liegen die Verhältnisse ähnlich. Im Winter schwindet das Glykogen aus den Muskeln schon nach wenigen Wochen, wenn nicht ganz, so doch bis auf äusserst geringe Spuren, was für die Leber bekanntlich nicht gilt. Im Sommer ist auch hier der Schwund beträchtlich rascher. Genauere Zahlenangaben kann ich hier leider nicht geben.

Alle diese Daten stehen in grellem Widerspruch mit einer Behauptung von Weiss[2]). Nach diesem Untersucher soll das Muskelglykogen bei unzureichender Nahrung nicht so rasch schwinden, wie dasjenige der Leber. Diese Angabe ist richtig, bezieht man sie nur auf das Versuchsthier von Weiss — auf das Huhn. Hier gelang mir volle Bestätigung. Aber die Verallgemeinerung, obschon durch theoretische Spekulation so annehmbar gemacht, ist entschieden falsch, sie gilt für keines der andern bis jetzt untersuchten Thiere. Wir finden

[1]) Bernard, liquides de l'organisme II. pag. 112.

[2]) l. c. (2).

aber schon bei Bernard[1]) eine Andeutung, wie sich diese sonderbare Ausnahme vielleicht erklären dürfte.

Er bemerkt, dass sich häufig im ruhenden Muskelgewebe Glykogen anhäufe, gleichgültig ob diese Ruhe spontan oder durch Nervendurchschneidung hervorgebracht sei. Leider fehlen nähere Angaben. Haben wir hier nicht einen Fall, wo die Natur selbst den Muskel zur Ruhe gesetzt hat? Denn dessen Funktion ist bei dem so geringen Flugvermögen des Huhns (alle Angaben beziehen sich nur auf dessen m. pectoralis) gewiss auf ein Minimum beschränkt. Von hohem Interesse zur Beurtheilung der Sache ist jedenfalls das abweichende Verhalten eines sonst so verwandten Thieres — der Taube. Hier schwindet bei viel ausgebildeterem Flugvermögen, bei viel bedeutenderer Funktion der Brustmuskeln das Glykogen schon sehr früh aus denselben. Mit dieser Auffassung stehen denn auch jene Angaben von Weiss, die ein Schwinden des Muskelglykogens bei der Kontraktion bezeugen, in vollster Uebereinstimmung. Es wäre nicht ohne Interesse, den Einfluss einer experimentellen Lähmung auf die Anhäufung von Glykogen noch genauer festzustellen; auch schon eine Vergleichung des Glykogengehalts der Muskeln der untern Extremitäten vom Huhn mit dessen Brustmuskeln dürfte werthvollen Aufschluss geben.

Auf das überraschende Verhalten des Glykogens im Eierstock der Winterfrösche habe ich bereits aufmerksam gemacht.

Auf andere Gewebe diese Untersuchung auszudehnen, schien mir nach einigen gelegentlichen Proben an Hoden,

[1]) Compt. rend. XLVIII. pag. 683.

Blut etc. von geringem Belang. Schon normal oft nur unbedeutend, schwindet hier der Glykogengehalt nach kurzem Hungern gänzlich.

d) Fütterungsversuche.

Wenn also durch längeres Fasten einem Organismus sämmtliches Glykogen zu entziehen ist, so liegt Wiederauftreten desselben nach wiedereingetretener Fütterung auf der Hand. Es kann sich nur fragen, von welchen Nährelementen d. h. von welchen zur Ernährung nöthigen, chemischen Individuen diese Zunahme abhängig. Man hat also chemisch reine Stoffe einem Thier mit zuversichtlich glykogenfreien Organen zu verfüttern und nach gewisser Zeit deren Glykogengehalt zu bestimmen. Dieser naheliegende Punkt wurde merkwürdigerweise bis in die letzten Jahre auffallend vernachlässigt. Einige Experimente Cl. Bernard's ausgenommen, vermissen wir in den meisten ältern Versuchen Verfütterung reiner Substanzen, meist treffen wir Gemische jeglicher Nährmittel und nur die quantitativen Verhältnisse in den einzelnen Fällen variirt, ein Umstand, um so bedenklicher, als man auch noch keine exakte Methode zur quantitativen Bestimmung des Glykogens besass. Man gab unreine Glykogenbildner und bestimmte unreines Glykogen, ein Punkt, der öfters zu schweren Irrthümern führen musste. Dazu kam bei ältern Autoren noch fast konstante Nichtbeachtung der nöthigen Hungerzeit, so dass noch von früherer Diät herstammendes Glykogen dem Versuche vollends jede Schlusskraft rauben musste, handelte es sich nur um kleine Mengen amyloider Substanz. Um so bedeutungsvoller muss es daher erscheinen, wenn gleichwohl alle diese Mängel den hervorragenden Einfluss eines

Nährelementes — der Kohlenhydrate — nie zu verwischen vermochten.

1. Kohlenhydrate.

Die ersten Versuche von Bernard[1]), Pavy[2]), M'Donnell u. A. halten sich noch nicht an eine strenge Unterscheidung der verabreichten Kohlenhydrate. Meist wurden Zucker und Stärke miteinander verfüttert.

Versuche mit Stärke können aber in diesen Fragen nur geringes Interesse beanspruchen. Nach den schönen Untersuchungen von Brücke[3]) ist eine reichliche Bildung von Erythrodextrin bei der Stärkeverdauung bekannt. Dieses hat aber mehrere und gerade die gebräuchlichsten Reaktionen mit Glykogen gemein. Gerade nach Fütterung mit Stärke hat Bernard[4]), hernach Brücke[5]) im Blut kleine Mengen, mit Jodlösung die bekannte Reaktion gebender Körper gefunden und macht Naunyn[6]) auf die Gegenwart einer zuckerbildenden Substanz im Blute aufmerksam, so dass der Gedanke an einen Uebergang von Dextrin in das Blut nahe liegt. Ja Bernard[4]) leitet sogar das »Muskelglykogen« gänzlich von Dextrin der Nahrung ab, da er solches nur nach Stärke, nicht nach Zuckerfütterung gefunden haben will. Doch auch nach Fütterung mit blosser zuckerreicher Kost (Mohrrüben Bernard, Rohrzucker und Fibrin Tscherinoff[7]) wurde schon Gly-

[1]) Nouv. fonct. du foie 1853 u. Leç. de phys. exper. I.
[2]) Pavy, Untersuchungen über Diabetes mell.
[3]) Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LXV.
[4]) liquid. de l'organisme. II. pag. 112 und folgd.
[5]) Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LXIII.
[6]) l. c.
[7]) I) Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LI.
II) Virchow's Arch. Bd. 47.

kogenvermehrung in der Leber beobachtet. — Aber erst Dock[1]) hat 1872 im Zürcher physiologischen Laboratorium auf Veranlassung von Prof. Hermann zum ersten Male reine Zuckerlösung in den Versuch eingeführt. Zugleich war er in der glücklichen Lage, zuerst in diesen Fragen Brücke's Verfahren anwenden zu können. Er injicirte Kaninchen Lösungen von Traubenzucker; dies war in der That der einfachste Fall, gibt doch Glykogen bei seiner Fermentirung wieder nur diesen Zucker. Der Erfolg war positiv. Später habe ich[2]) diese Versuche mit gleichem Resultat wiederholt am Huhn und Kaninchen[3]).

Ich kann noch zufügen, dass beim Kaninchen nicht nur das Leber-, sondern auch das Muskelglykogen durch Traubenzuckerfütterung in beträchtlichem Masse vermehrt wird.

In neueren Versuchen fand ich in den Schenkelmuskeln 5tägiger Hungerkaninchen in einem Falle 0,39 grm., in einem andern 0,235 grm. glykogenartiger Substanz. Doch kann man öfters in der Leber schon ansehnliche Mengen Glykogen nach den Injectionen finden, in den Muskeln aber noch keine Spur.

---

[1]) l. c.

[2]) Pflüger's Arch. VIII.

[3]) Gegen die Beweiskraft jener Versuche hat Naunyn (l. c.) Bedenken erhoben, welche er auf die Möglichkeit einer Verunreinigung des angewandten Traubenzuckers durch Dextrin stützt. Die Reinheit meines angewandten Präparats kann ich versichern. Hat aber Naunyn gewusst, dass auch Milchzucker, Fruchtzucker Glycerin, wo doch von solcher Verunreinigung gar keine Rede sein kann, ebenfalls Glykogenbildner sind (vgl. Weiss, Luchsinger, Salomon), so dürfte jener Einwand wohl kaum ernstlich gemeint sein.

Diese Abweichung von Bernard dürfte einerseits auf die Art der Zuckerverabreichung, anderseits auf die viel vollkommenere Methode der Glykogenbestimmung zurückgeführt werden.

Es schien mir nun von höchstem theoretischen Interesse diese Versuche auch mit anderen, einfachen Zuckerarten aufzunehmen.

Am nächsten lag der Gedanke an die andere Componente des Rohrzuckers, die Lävulose. Diese und ihr Anhydrid, das Inulin, habe ich mehrere Male mit positivem Erfolg verfüttert. [1]) Das resultirte Glykogen unterschied sich in keiner Beziehung vom Normalglykogen. Diese Versuche fanden durch Salomon [2]) ihre volle Bestätigung.

In früheren Versuchen hatte ich auch Milchzucker als Glykogenbildner erkannt, Salomon's Versuche zeigten auch hier Uebereinstimmung.

Zwei weitere Versuche mit dessen Spaltungsprodukt, der Galactose mögen folgen.

Versuch Nr. 3. Ein mittelgrosses Kaninchen von 5 Hungertagen bekömmt 8, 10, 12, 2 Uhr je 30 ccm., ca. 30%ger Lösung. Tod 6 Uhr. Es finden sich 0,26 grm. Glykogen in der Leber.

Versuch Nr. 4. Ein kleines Kaninchen von 4 Hungertagen bekömmt gleiche Injectionen 7, 9, 12, 2, 4 Uhr, wird um 6 Uhr getödtet. Der Glykogengehalt der Leber bestimmt sich zu 0,34 grm.

Die Muskeln beider Fälle enthielten kein Glykogen.

Hier wären noch weitere Versuche wünschenswerth, sie dürften zeigen, ob diese geringe Glykogenproduktion von unwesentlichen Umständen, oder aber von der speziellen Natur dieses Zuckers abhängig war.

---

[1]) vgl. Pflüger's Arch. VIII.

[2]) l. c. [4].

Gummi. Direkte Versuche liegen einzig von Salomon vor. Es ergab sich so geringe Glykogenmenge, dass diese wohl einfach als Restglykogen zu rechnen ist.

Dessen geringe Resorptionsfähigkeit war schon seit langer Zeit bekannt.

Zur richtigen Beurtheilung seiner Bedeutung scheint nicht ohne Belang, dass es auch in der Pflanze nie als Reservestoff, immer nur als Auswurfstoff, als Produkt der regressiven Metamorphose der Zellhäute vorzukommen scheint [1]).

Mannit. Diesem den Zuckern so verwandten Körper lässt sich auf Grund der Versuche von mir und Salomon ein Einfluss auf die Glykogenbildung entschieden absprechen.

Während alle andern angeführten Zucker bis zu 100 grm. genommen nicht wieder in meinem Harn erschienen, ist mir dagegen schon nach Einnahme von 30 grm. Mannit der Nachweis beträchtlicher Mengen in demselben gelungen.

Ich versetzte den Harn mit essigsaurem Blei, das Filtrat mit basisch essigsaurem Blei und Ammoniak, zerlegte dessen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff, dampfte zur Trockne auf dem Wasserbade ein, zog diesen Rückstand mit heissem Weingeist aus, engte wieder beträchtlich ein, worauf sich der Mannit, wenn auch nicht ganz rein, beim Erkalten auskrystallirte.

2. Glycerin.

Nachdem, soviel mir bekannt, zuerst C. Schmidt [2]) 1850 die Ansicht ausgesprochen hatte, Glycerin werde

---

[1]) vgl. J. Sachs. Experimental-Physiologie der Pflanzen, pag. 366 u. folgd.

[2]) Charakteristik der Cholera. 1850.

im Organismus in Zucker umgesetzt, Berthelot[1]) Glycerin mittelst Hodensubstanz in gährungsfähigen Zucker übergeführt haben wollte, auch Lehmann[2]) auf die chemischen Analogien des Glycerins und der Kohlenhydrate hingewiesen hatte, machte sich van Deen[3]) zuerst an den physiologischen Versuch. — Gänzliche Missachtung der nöthigen Hungerzeit, Unterlassen jeglicher quantitativen Analyse, Verfütterung von zuckerhaltigem Glycerin (er gab öfters Glycerin in Milch) liessen seine Resultate einer leichten Kritik unterliegen, Doch schon in den Tabellen seines Gegners Heynsius[4]) lässt sich ein Einfluss des Glycerins auf die Glykogenbildung nicht verkennen. Doch war auch hier die Hungerzeit noch zu gering (8—9 Tage) und wurde das Glykogen nach Behandeln mit Speichel als Zucker bestimmt. S. Weiss[5]) war in der glücklichen Lage hier zuerst Brücke's Methode anzuwenden. Seine Versuche bezogen sich auf's Huhn und waren mit positivem Resultat belohnt. Ich konnte sie bestätigen und auch auf's Kaninchen übertragen. Von Salomon liegen Bestätigungen letzterer Versuche vor.

Es gelang mir zudem auch hier eine, wenn auch ebenfalls nicht constante Steigerung des Glykogengehaltes der Muskeln festzustellen.

Versuch Nr. 5. Ein kräftiges Kaninchen von 5 Hungertagen bekömmt im Ganzen 30 grm. Glycerin im Laufe von 1½ Tagen. Die Muskeln eines Hinterschenkels enthalten 0,26 grm., die Leber 0,87 grm. Glykogen.

---

1) Ann. de Chim. et Phys. [3] L. pag. 346.

2) Handbuch der physiol. Chemie 1859. pag. 135. 152.

3) l. c.

4) l. c. pag. 98.

5) l. c. (2).

3. Fett.

Die ersten Versuche stammen auch hier von Bernard[1]) her. In seiner berühmten Untersuchung über den Ursprung des Leberzuckers fand er dessen Menge nach Fütterung mit Fett nicht verschieden von derjenigen nach blossem Hungern.

Colin[2]) erklärte sich für Glykogenbildung aus Fett, zur Noth aus dem Fett des eignen Körpers. Er fand bei Inanition die Zuckermenge um so beträchtlicher, je fettreicher die Thiere noch waren. Sollten denn nicht hier beide Erscheinungen in gleicher Art Funktionen des früheren Ernährungsstandes sein? Meine Beobachtungen an fetten Hühnern mit keiner Spur Glykogen in der Leber zeigten deutlich den wirklichen Werth jener Thatsachen. Pavy hielt den Einfluss von Fett für so gering, dass er, wie es scheint ohne weitere Versuche, solches unbedingt Diabetikern als Ersatz für Kohlenhydrate empfahl.

Auch Tscherinoff und M'Donnel fanden die Glykogenmenge der Lebern durch Fettfütterung nicht gesteigert.

Auch ich fand in mehreren Versuchen an Katze, Kaninchen, Huhn nach Injektionen von entzuckerter Butter oder ausgesottenem Hammeltalg kein oder höchstens nur geringe, nie wägbare Mengen Glykogen.

Eine grössere, wenn auch nicht sehr erhebliche Glykogenmenge hat Salomon nach Verfütterung von Oel gefunden. Mehrfach erwähnte Gründe lassen eine Wiederholung dieser Versuche jedoch wünschenswerth erscheinen.

---

[1]) Nouv. fonct. du foie 1853.

[2]) Compt. rend. XLIX.

4. Leim.

Schon 1853 theilte Cl. Bernard [1]) mit, dass Leiminjektionen bei Hungerhunden den Leberzucker auf der Höhe des Normalen (1,3—1,65 %) zu erhalten vermochten. 1859 soll er dann auch eine Steigerung des Glykogengehaltes nach Leiminjektionen beobachtet haben [2]), (leider war mir diese Mittheilung im Originale nicht zugänglich).

M'Donnell [3]) nahm 1865 diese Versuche wieder auf, er gelangte zu widersprechendem Resultat.

Der erste, der Brücke's Methode hier anwandte, war Salomon. Er erzielte positives Resultat. Aber auch seine Versuche leiden, wie schon die ersten von Bernard an einem bereits öfters gerügten Fehler. Um zwingende Resultate zu bekommen war Bernard's Hungerzeit für Hunde viel zu gering (4 Tage), auch Salomons Versuchszeit (Kaninchen) betrug nicht mehr denn 4 Tage.

Es durfte demnach nicht überflüssig erscheinen, diese Versuche einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen.

Auch ich habe nur an Kaninchen gearbeitet. Die Gelatine meiner Versuche war solche von feinster Qualität des Handels. Die Injektionen wurden stets auf 2 Tage vertheilt. Die Lösung enthielt 20% Leim. Alle paar Stunden wurden je 30 ccm. derselben warm injicirt.

---

1) Nouv. fonct. du foie.

2) Union méd. 1859.

3) Compt. rend. LX.

Nr. des Versuchs.	Hungertage.	Gesammt-injections-menge.	Zeit der Tödtung.	Leber-glykogen.
6	4	48 grm.	6 Uhr Abends des 6. Versuchstages.	0,524.
7	$5^1/_2$	36 grm.	Ende des 7. Versuchstages	deutliche, aber nicht wägb. Spuren.
8	$5^1/_2$	48 grm.	nach 7 Versuchstagen.	0,25.
9	6	—	—	keine Spur.
10	$5^1/_2$	42 grm.	nach 7 Versuchstagen.	0,67
11	$5^1/_2$	42 grm.	nach 7 Versuchstagen.	keine Spur.

Anmerkung. Das Kontrolthier Nr. 9 war das bestgenährte aller Thiere.

Aus dieser allerdings nur kleinen Zahl Versuche ergibt sich gleichwol deutlich, dass selbst nach einer Hungerzeit, die, wie Controlversuche zeigten, keine Spur Glykogen mehr übrig liess, durch Leiminjektionen doch noch ein beträchtlicher Gehalt desselben (0,67 grm.) zu erzielen ist. Immerhin zeigt sich hier nicht jene Constanz und Menge, die wir nach Zuckerinjectionen zu sehen gewohnt sind. So mögen auch die negativen Resultate M'Donnell's zu verstehen sein.

In den Muskeln fand sich in allen diesen Versuchen keine Spur.

5. Eiweiss.

Die ersten Versuche bezogen sich auf Fleischfütterung. Cl. Bernard[1]) fand nach 3 monatlicher Fütterung eines Hundes mit ausgekochtem Fleisch noch reichlich Zucker in der Leber.

Naunyn[2]) findet reichlich Glykogen in der Leber von Hühnern, welche er längere Zeit nur mit Fleisch fütterte.

Seit aber Dextrin als häufiger Bestandtheil der Muskeln bekannt ist, seit Leim als Glykogenbildner feststeht, sind solche Versuche zu vieldeutig.

Auf Grund seiner bekannten Analysen wurde von Lehmann[3]) Fibrin als Quelle des Leberzuckers bezeichnet, und M'Donnell hielt diese Vermuthung durch seine Fütterungsversuche bewiesen. Er stellte sich aber dadurch in grellen Widerspruch mit Tscherinoff, Weiss und mir, wir alle fanden gerade Fibrinverfüttern und Hungernlassen in diesem Punkte gleichbedeutend.

Von Dock liegt ein Versuch mit Eiereiweiss vor. Es wurde auch hier keine Glykogenvermehrung beobachtet.

Aus dieser Uebersicht zeigt sich mit Evidenz, dass vornehmlich Stoffe aus der Gruppe der Kohlenhydrate den Glykogengehalt der Organe vermehren. Für die Mus-

---

1) Nouv. fonct. du foie.

2) l. c.

3) Verhandlg. der sächs. Gesellschaft d. Wissenschaft. 1850,

keln habe ich zuerst den unzweideutigen Nachweis geleistet, für die Leber liegen hundertfältige Beweise in seltner Uebereinstimmung vor.

e) *Wie ist diese Steigerung des Glykogengehaltes der Organe nach Einfuhr von Kohlenhydraten zu erklären?*

Die Entwicklungsgeschichte dieser Frage näher zu verfolgen, ist von nicht geringem Werth; sie erregt neben dem rein sachlichen auch ein gewisses psychologisches Interesse.

Bei seinen denkwürdigen Untersuchungen über den Ursprung des Leberzuckers fand Cl. Bernard[1]), dass mit der Nahrung eingeführter Zucker den Zuckergehalt der Leber bei weitem nicht entsprechend vermehre, dass aber, abweichend von dem Befunde nach Eingabe anderer Stoffe das Leberdecoct ein milchichtes Aussehen bekam. Dies genügte, Bernard eine genetische Beziehung zwischen dem Zucker und diesem milchichten Stoffe, den er erst für Fett hielt, ahnen zu lassen.

Wird nun der Nahrungszucker wirklich in der Leber in diesen merkwürdigen Stoff verwandelt, so wird derselbe, wenn von dem Pfortaderblute zugetragen, wohl von der Leber abgefangen werden müssen, kann somit nicht in erheblicher Menge in den grossen Kreislauf und also auch nicht in den Harn gelangen. Dann muss sich eine Zuckerlösung je nach Ort der Injektion, ob Darm oder subcutanes Zellgewebe, verschieden ver-

---

[1]) Nouvelle fonction du foie. 1853.

halten. So war der Gedankengang Bernard's[1]). Der Versuch bewies dessen Richtigkeit auf's Evidenteste.

Von einer 60%igen Traubenzuckerlösung wurden 32 ccm. einem Kaninchen in den Magen, einem andern subcutan injicirt. Der Harn des ersten enthielt keine Spur, der des andern reichliche Mengen Zucker. Zur Feststellung der Resorption war Blutlaugensalz mitinjicirt worden, was in beiden Fällen im Harn erschien.[2])

Um die Verschiedenheit der resorbirenden Fläche auszuschliessen, wurde nun der Versuch noch feiner angestellt.

Es wurde die Zuckerlösung (2—3 ccm. einer 60%igen Lösung) direkt in die Blutbahn injicirt, in einen Ast der Pfortader, respektive in die v. jugularis. Das Resultat blieb sich genau gleich.

Ja noch mehr, auch mit Rohrzucker gelang der Versuch auf gleiche Weise, was, wie wir sehen werden, von weit grösserer Schlusskraft sein dürfte.

Weiter finden wir an gleichem Orte schon die treffende Anwendung auf den Diabetes, es scheine in dieser Krankheit der Leber die Kraft zu fehlen, den Zucker in Fett umzuwandeln, denn sowie man Diabetikern Zucker gebe, erscheine derselbe sofort im Harn.[3]).

---

[1]) vgl. Leç. de phys. experiment. I. pag. 157 u. folgd.

[2]) Neueren Untersuchern diene zur Orientirung, dass schon Bernard sowohl als Poggiale stets Zucker im Pfortaderblute fanden bei Fütterung mit Zucker oder Stärke, und dass deren negative Angaben sich lediglich auf Hunger- oder Fleischthiere beziehen. Diese älteren Versuche verdienen um so mehr Beachtung, als gerade sie mit ausdrücklicher Vermeidung der hier leicht möglichen Fehlerquellen angestellt sind. (Vgl. Bernard, Nouv. fonct. d. foie pag. 57 u. 78, leç. de phys. expériment. I. 503, II. pag. 321). In Uebereinstimmung stehen die Versuche von v. Becker Zeitschrift f. wiss. Zoologie V.

[3]) Bernard, Leç. de phys. expér. I. p. 165 u. folgd.

Später gelang es, diesen milchichten Körper zu isoliren (1857), seine Elementarzusammensetzung ergab sich als diejenige der Kohlenhydrate. Was war nun natürlicher, als die schon gefundenen genetischen Beziehungen zwischen Zucker und fraglichem Körper nur um so fester begründet zu halten? Ist doch in der That eine einfache Umwandlung von einem Kohlenhydrat in ein anderes plausibler als die früher angenommene Umwandlung von Zucker in Fett? Letzteres zudem würde als weniger oxydirte Gruppe zu seiner Bildung aus Zucker beträchtliche Reduktionsarbeit erfordern; Glykogen dagegen, durch hydrolytische Fermente so leicht in Zucker überzuführen, erfordert zu seiner Bildung aus Zucker nur Austritt von Wasser. Der Vorgang wäre eine Synthese mit Anhydridbildung; ein Beispiel für die Möglichkeit solcher Prozesse war schon gegeben, es war dies Wöhler's denkwürdige Entdeckung der Entstehung von Hippursäure nach Aufnahme von Benzoësäure. (1842).

Doch diese einfachen Beziehungen wurden Bernard verdunkelt durch einen Widerspruch, den sie gegen die von ihm entdeckte Zucker bildende Funktion der Leber zu enthalten schienen. In der That glaubte damals Cl. Bernard diese Funktion der Leber unerschütterlich fest begründet.

Fand er doch stets und mit ihm Lehmann den Zuckergehalt des Lebervenenblutes viel höher als den des Pfortaderblutes. Warum sollte denn die Leber, wenn sie selbst reichlich Zucker bildet, den gleichen, aber von aussen eingeführten Zucker zerstören? In früheren Untersuchungen hatte er dargethan, dass die Zuckerbildung in der Leber bei blosser Fleischnahrung Monate lang erhalten blieb; vergleichende Untersuchungen Lehmann's zeigten,

dass sich Lebervenenblut neben bedeutendem Zuckerüberschuss durch ein beträchtliches Defizit an Albumin und Fibrin vom Pfortaderblute unterschied; endlich schien die Pathologie zu zeigen, dass in bekannter Krankheit der Zuckergehalt der Nahrung die Zuckerausscheidung durch den Harn oft lange nicht decken könne. Was war natürlicher, als noch eine eigene Zuckerfabrik im Organismus und zwar gerade in der Leber anzunehmen und Eiweiss als Material dieser Zuckerbildung zu fordern? Mit der Entdeckung des Glykogens wurde dieses nur als die schon längst gesuchte Mittelstufe des Prozesses angesehen, um so die postmortale Zuckerbildung zu erklären. An dessen Bildung aus Zucker wagte wohl der berühmte Experimentator nicht mehr zu denken, da zwei so direkt einander entgegenlaufende Prozesse in demselben Organe anzunehmen wohl absurd erscheinen mochte. Und diese Zuckersecretion erschien um so sicherer, als auch für sie nervöse Einflüsse in hohem Masse bedingend gefunden wurden; die Grundlage dieser Theorie der Bildung von Glykogen aus Eiweiss um so fester, als bald auch eine Vermehrung des Harnstoffs, des andern Zerfallsproduktes desselben, für den Diabetes angezeigt wurde.

Doch der Bau dieser so abgerundeten Lehre wurde mächtig erschüttert, als Pavy 1862 dessen Hauptstütze so nachhaltig angriff. Derselbe lernte den hohen Zuckergehalt der Leber als Leichenerscheinung; den Zuckergehalt des Lebervenenblutes als Produkt einer Cirkulationsstörung in der Leber auffassen; er schloss zuerst aus dem in allen Gefässgebieten gleichen, kleinen Zuckergehalt des Blutes auf eine geringe Verbrennbarkeit desselben im thierischen Körper. Sollte also der zur Zeit der Verdauung (bei Herbivoren) so massenhaft in's Pfortaderblut

übertretende Zucker dem Thier nicht nutzlos durch die Nieren entgehen, so musste er — vor seinem Eintritt in den grossen Kreislauf — von der Leber dem Blute entzogen werden. Eine Aufspeicherung des Zuckers aber konnte geschehen, wenn es sich dort in einen nichtdiffundibeln Körper — Glykogen — umlagerte. — In der That verglich Pavy die Lebern von Hunden mit animalischer und von solchen mit vegetabilischer Diät. Das Gewicht des Zuckers betrug bei ersteren $\frac{1}{30}$, bei letztern $\frac{1}{15}$ des Körpergewichts; die Glykogenmenge bei ersten 7 %, bei letztern 17 % im Mittel. In Folge mangelhafter Bestimmungsmethode sind diese Werthe viel zu hoch. Vieles, was nicht Glykogen war, kam mit in Rechnung. Bedenkt man, dass dieser Antheil sich wohl auf beiderlei Lebern in gleicher Weise vertheilte, so musste dadurch der Contrast der nach verschiedenen Diäten erhaltenen Glykogenmengen bedeutend verwischt werden. Immerhin war das Verhältniss dieser Glykogenmengen zu Gunsten zuckerreicher Nahrung doch noch gross genug $\left(\frac{17}{7}\right)$, dass ein wesentlicher Einfluss des Zuckers auf den Glykogengehalt der Leber nicht mehr zu bezweifeln war. Gestützt auf diesen Befund und die erwähnten teleologischen Ueberlegungen hielt Pavy die direkte Bildung seiner amyloiden Substanz aus Zucker für sicher, bestritt aber nicht, dass auch vielleicht aus andern Stoffen — Produkten der regressiven Metamorphose der Eiweisskörper, — diese Substanz gebildet werden könnte.

Tscherinoff tritt in seiner zweiten Mittheilung ebenfalls für diese Art der Glykogenbildung ein. Er fand ausserdem bei längere Zeit so gefütterten Thieren aussergewöhnliche Fettlebern und gab so Pavy's Vermuthung,

das Glykogen dürfte sich in Fett umwandeln, einen thatsächlichen Beleg.

Wie bereits erwähnt, hat dann Dock diese Versuche auf die einfachsten Bedingungen reduzirt, und zuerst auch nach fehlerfreier Methode das Glykogen bestimmt. Er gelangte zu einer glänzenden Bestätigung der frühern Versuche. Auch in der Erklärung schloss er sich Pavy an.

Diese Thatsache scheint zwar schon früher allgemeine Anerkennung gefunden zu haben, deren Deutung jedoch — die Idee der direkten Umwandlung von Zucker in Glykogen — fand schon frühzeitig Opposition. Die Ursache derselben scheint in der Schwierigkeit zu liegen, sich Synthesen im Thierkörper vorzustellen.

In der That in der ersten Arbeit von Tscherinoff finden wir eine andere Möglichkeit der Erklärung ausgesprochen; es war dieselbe bis auf die veränderten Namen schon früher von Hoppe[1]) für die Steigerung des Fettgehalts nach Zuckerfütterung geltend gemacht worden.

Es soll sich immerfort Eiweiss zersetzen, in Fett, Glykogen etc., welche Zerfallsprodukte dann der Oxydation anheimfallen. Kömmt nun Zucker in den Körper, so wird dieser sich leichter oxydiren und so die verzehrende Wirkung des Sauerstoffs von jenen Körpern abhalten; diese können sich also in höherm Masse anhäufen.

Um die Mästung durch Kohlenhydrate zu erklären, wurde diese Hypothese der Liebig'schen Ansicht von der direkten Umwandlung von Zucker in Fett entgegengehalten. Es schien ein leichtes, dieselbe ebenso auch der Lehre von der direkten Glykogenbildung aus Zucker gegenüber zu stellen.

---

[1]) Virchow's Arch. X. pag. 164.

Dieser frühern Auffassung Tscherinoff's traten Meissner[1]), O. Nasse[2]) wie es scheint, ohne weiteres bei.

Die Hauptstütze dieser Lehre, die leichte Verbrennlichkeit der Kohlenhydrate im Thierkörper wurde zwar in Ludwig's Laboratorium von Scheremetjewski[3]) als Irrthum nachgewiesen; nun aber konnten ja die nächsten Zersetzungsprodukte des Zuckers — Milchsäure soll sich in beträchtlichen Mengen im Darm nach zuckerreicher Nahrung bilden — diese Sauerstoff entziehende Wirkung üben. Es wurde in Brücke's Laboratorium der Versuch geplant, ob man nicht durch einen andern Körper, dessen leichte Verbrennbarkeit auch durch Scheremetjewski nachgewiesen, dessen direkte Umwandlung in Glykogen aber noch weniger wahrscheinlich wäre, den gleichen Effekt der Glykogenersparung bewirken könne. Auffallender Weise wurde nicht gleich mit Milchsäure experimentirt, sondern mit Glycerin, mit bereits bekanntem Erfolg. Dies schien diese Gegenhypothese neu befestigt zu haben. Doch mussten dann auch andere leicht oxydirbare Körper, falls sie nicht giftig wirken, den gleichen Erfolg haben.

Ich habe im Sommer 73 Versuche mit solchen Substanzen angestellt, ich wählte die Natronsalze der Milchsäure und Weinsäure, glaubte auch Fett dürfte vielleicht in diesem Sinne wirken. Stets erhielt ich negatives Resultat. In Uebereinstimmung damit finde ich die Frage beantwortet durch einen Versuch Salomon's, der Seifen, also fettsaure Salze verfütterte[4]).

---

[1]) Zeitschr. für rat. Med. [3] XXXI. pag. 272.

[2]) Pflüger's Arch. II.

[3]) Sächs. Berichte 1868.

[4]) Die 0,25 grm. Glykogen in seinem ersten Versuche können kaum in Betracht kommen, da die Hungerzeiten, wie schon bemerkt zu klein gesetzt waren.

Gestützt auf diese Versuche erklärte ich mich damals [1]) gegen diese Ersparnisstheorie, hielt vielmehr die Glykogenbildung nach Glycerinzufuhr ebenfalls für eine direkte Umwandlung.

Nach den Ideen jener Ansicht war die Verbrennung des Glycerins, resp. die Sauerstoffentziehung das wirksame Moment. Dann aber musste offenbar die Wirkung unabhängig von dem Orte der Applikation sein, kam das oxydirbare Molekul nur überhaupt in's Blut. — Subcutane Injektionen von Glycerin müssen so mindestens gleicher Weise den Glykogengehalt der Organe, speziell der Leber steigern, während im Sinne einer direkten Umwandlung dieser Stoffe in der Leber die Verhältnisse offenbar viel ungünstiger liegen.

Bei Kaninchen lassen sich mit Leichtigkeit grosse Taschen in dem subcutanen Zellgewebe des Rückens herstellen. Nach den Injectionen thut man gut mit leichten Klemmpincetten die kleinen Einschnittwunden zuzudrücken. Stets müssen solche Thiere isolirt gehalten werden.

Dem bereits früher mitgetheilten Versuche habe ich jetzt noch einige weitere beizufügen.

Versuch Nr. 12. Es wurden um 8, 10, 12 Uhr einem kleinen, 5tägigen Hungerkaninchen je 40 ccm. einer Glycerinlösung von 60% injicirt. — Nach 12 Uhr bekömmt das Thier bisweilen Krämpfe und Zittern. Wegen weitern schlechten Befindens wird es um 2 Uhr getödtet.

Die Leber gibt eine Glykogenmenge von 0,02 grm., enthält aber keinen Zucker. — (Sie war nicht mit Natronlauge gekocht worden.) Die Muskeln enthalten keine Spur Glykogen.

---

[1]) l. c.

Der Harn mehrmals ausgedrückt, zeigte sich in den letzten Stunden stark hämoglobinhaltig. Blutkörperchen waren keine zu finden. Durch Kochen mit schwefelsaurem Natron enteiweisst, gab er auch nach starkem Einengen durchaus negative Trommer'sche Probe. Auch das Blut enthielt keine Spur von Zucker. Die Nieren waren stark blutig infiltrirt.

Versetzt man 3 Theile Hunde- oder Rinderblut mit ca. 1 Theil reinem Glycerin, so wird dieses lackfarben. Es scheint hier der nämliche Prozess im Organismus abgelaufen zu sein.

Nach Tiegel[1]) soll mit Auflösen der rothen Blutkörperchen Freiwerden eines saccharificirenden Fermentes verknüpft sein. Man muss sich wundern, hier trotz Gelegenheit von Fermententbindung und Anwesenheit von Glykogen nirgends eine Spur von Zucker zu finden. Es kann dies nur entweder an zu geringer Menge Glykogen oder an Nichtallgemeinheit von Tiegel's Satz liegen.

Versuch Nr. 13. Einem starken Kaninchen von 5 Hungertagen wurden um 8, 10, 12, 2, 4 Uhr je 20 ccm. 30%ges Glycerin injicirt. Das Thier war bis zu seinem Tode (6 Uhr) munter. Einzig um 2.30 bekam es einen leichten Krampfanfall. Der Harn war gegen Ende schwach blutig gefärbt, enthielt aber keinen Zucker. In der Leber finden sich 0,05 grm. Glykogen, in den Muskeln keine Spur.

Versuch Nr. 14. Einem starken Kaninchen von 5 Hungertagen wurden 9, 12, 2, 4 Uhr je 20 ccm. 30%ger Lösung von milchsaurem Natron injicirt. Das Thier befand sich bis 6 Uhr munter. Weder Leber noch Muskeln enthalten eine Spur von Glykogen.

Zur Controle war nun nothwendig, einen gleichen Versuch mit Zuckerinjectionen zu machen. Es könnte

---

[1]) Pflüger's Arch. VI.

ja sein, dass der Eingriff einer subcutanen Injection zu stark und durch Erkranken des Thieres die Glykogenbildung gehemmt wäre.

Versuch Nr. 15. Einem kräftigen Kaninchen von 6 Hungertagen wurden 9, 11, 12½, 2 Uhr je 40 ccm. einer 40%gen Zuckerlösung subcutan injicirt. Um 4 Uhr wurde das Thier, das sehr matt aussah, getödtet. In der Leber fanden sich 0,37 grm. Glykogen, in den Muskeln keine Spur.

Die Verwundung ist also nicht schuld an der so geringen Glykogenbildung nach Glycerininjectionen.

Aufenthalt im Darm ist nicht nöthig um den Zucker zur Glykogenbildung vorzubereiten.[1])

Dies Resultat ist in mehrfacher Beziehung für die Ersparnisstheorie ein schwerverständliches. Zum Mindesten hätte man in Leber und Muskeln nach subcutanen Glycerininjectionen gleichviel Glykogen erwarten dürfen, wie nach Injectionen in den Magen. Eintritt von Krankheit darf nicht beschuldigt werden, denn sonst ist unerklärt, warum bei den Glycerinthieren doch immer noch Spuren von Glykogen vorhanden waren, gar keine aber bei dem Milchsäurethier, das sich noch relativ besser befunden. Ebenso dürften die doch relativ weit erheblichern Glykogenmengen des Zuckerthieres vergeblich der Erklärung harren. Milchsäure und Glycerin hätten wohl als leichter oxydabel mehr Sauerstoff rauben, also mehr Glykogen ersparen sollen, als der Zucker, der ja selbst erst in oxydable Stoffe sich spalten musste. —

Nach Injectionen von Zucker und Glycerin in den Darm trat häufig, aber nicht mit jener Constanz wie in

[1]) vgl. Pink, zur Glykogenbildung in der Leber, nach Centralblatt 1875. Nr. 3.

der Leber, auch in den Muskeln Glykogen auf. Nie habe ich bis jetzt solches dort auch nach Leiminjectionen beobachtet.

Nach subcutanen Glycerininjectionen zeigte sich nie Glykogen in den Muskeln, wohl aber solches in der Leber, wenn auch in äusserst geringen Mengen.

In unten mitgetheilten Versuchen zeigen Zuckerstichthiere, deren Blut lange Zeit stark zuckerhaltig gewesen, kein Glykogen in den Muskeln, wenn gleich solches noch in der Leber vorhanden war.

Wenn im Sinne der Ersparnisstheorie das Muskelglykogen fort und fort aus Muskeleiweiss entstehen sollte, so musste doch dann dasselbe gerade im nämlichen Grade wie das Leberglykogen durch die injicirte Substanz erspart werden. — Nach der Lehre von der Anhydridbildung sind schon jetzt die meisten der angeführten Punkte leicht verständlich.

Ich fühlte mich bei dem starken Gewicht, das jene Theorie in der ganzen Ernährungsfrage immer noch besitzt, zu einer thatsächlichen Prüfung derselben verpflichtet. Allerdings schienen mir schon früh deren eigentliche Grundlagen sehr unsicher, auf keine thatsächlichen Beweise gestützt. Diese ganze Hypothese steht im Gegentheil durchaus im Widerspruch mit den Principien der Physiologie. Sie stellt den Sauerstoff als das Primäre der Zersetzung im Thierkörper hin; dieser trifft unter den vorfindlichen Substanzen nach dem Grade ihrer Verbrennlichkeit Auswahl. Seine Quantität selbst musste nahe constant sein. — Dagegen scheint aber im Gegentheil aus Allem deutlich hervorzugehen, dass der Zustand der Elemente des Organismus — der Zellen — den Umsatz des Sauerstoffs bestimmt, dass der Umfang

der Verbrennung ein in bedeutenden Grenzen variabler, nur durch die Funktionen des Organismus und der in ihm kreisenden Substanzen bedingt ist. — Sauerstoff ist stets reichlich vorhanden, sogar im Venenblute. Wird durch Eintreten leicht oxydirbarer Körper oder vermehrte Arbeit der Organe mehr Sauerstoff verbraucht, so wird auch gleich wieder entsprechend mehr aufgenommen, was — bedürfte es noch eines Beweises — durch die Tabellen von Scheremetjewski schön illustrirt wird. Ja aus jenen Versuchen geht weiter eine gewisse Proportionalität zwischen Gewicht der injicirten Substanz und dem dadurch bewirkten Sauerstoffmehrverbrauch deutlich hervor, Beziehungen, die solche Sparwirkungen gar nicht aufkommen lassen.

Aber auch durch Scheremetjewski erfahren wir, dass nicht einmal diese leicht oxydirbaren Substanzen in mit Sauerstoff gesättigtem Blute verbrennen, es bedarf dazu immer noch einer Wechselwirkung mit den Geweben. Nur so ist erklärlich, wie die Reihenfolge der Oxydirbarkeit im Organismus und in der Aussenwelt eine andere sein kann. (Ich erinnere an Zucker einerseits, an Glycerin und Milchsäure anderseits.) Erst neulich noch hat Ziegler[1]) am Cymol diese Verschiedenheit der Oxydation nachweisen können.

Nach Analogien der Aussenwelt erwartet:	vom Thiere ausgeschieden:
$C_6H_4 \begin{matrix} C_3H_7 \\ CO\,OH \end{matrix}$	$C_6H_4 \begin{matrix} C_2H_4\,CO\,OH \\ CH_3 \end{matrix}$

Letztere Oxydation ist bekanntlich im Laboratorium noch nicht gelungen.

[1]) Berl. chem. Ber. 1872.

Aber ausser dieser — oxydativen — Ersparnisstheorie wäre noch eine andere, eine — fermentative — denkbar. In der That meinte Hoppe[1]) 1856, „dass bei zugeführtem Zucker (aus den Nahrungsmitteln) in der Leber die Bildung des Zuckers gehemmt wird, wie eine jede Gährung sich durch überschüssig vorhandene Produkte der Gährung ein Ende setzt; die Stoffe jedoch, welche jetzt der Zuckerproduktion nicht anheimfallen, wandeln sich nun in Fett um; es würde somit Fett aus Eiweiss gebildet."

In neuerer Zeit scheint eine ähnliche Auffassung von Voit[2]) zur Erklärung mehrfacher Ernährungsvorgänge aufgenommen zu sein. In dessen Ausspruche, „dass Zersetzung der Stoffe im Thier eintrete, nicht weil mechanische Arbeit oder Wärme geliefert werden müsse, sondern weil unter den Bedingungen des Organismus die complizirteren Verbindungen nicht mehr zusammenhalten," liegt unter Anderm eine solche Scheu vor Synthesen im Thierkörper, dass eine Uebertragung seiner Hypothese auch auf die Lehre von der Glykogenbildung auf der Hand liegt, wenn er sie auch noch nicht speziell ausgesprochen hat.

Die Abhängigkeit des Glykogengehaltes von Zuckerzufuhr würde eine solche Hypothese nur mit einer besonderen Annahme über dessen nächstes Schicksal, die Glykogenvermehrung durch Glycerin und Leim nicht ohne weitere spezielle Hilfshypothesen erklären können. Eine solche Hypothese ist aber auch ohne alle thatsächliche Begründung, denn die Verhältnisse sind doch bei jeder

[1]) Virch. Arch. X. pag. 162.

[2]) Zeitschr. f. Biolog. 1873.

Gährung verschieden; die Hemmung durch die Gährungsprodukte liegt doch gerade bei den bekannteren theils an deren Giftigkeit für die Gährungserreger, theils nur an bedeutenderen Concentrationsänderungen, Umständen, die im normalen Organismus gerade nie zur Wirkung kommen möchten.

Ist denn so die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass Zucker und Glycerin irgendwelchen oxydativen oder fermentativen Prozess hemmen und so anderweitig gebildetes Glykogen vor Zerfall schützen, so bleibt nur noch eine Möglichkeit übrig, die Glykogenvermehrung nach Eingabe dieser Substanzen zu erklären — die direkte Umwandlung dieser Körper in thierisches Amylum. Und ist denn ein solcher Prozess wirklich so schwierig denkbar?

Glykogen spaltet sich wie Stärke in Gegenwart hydrolytischer Fermente in Zucker. Der umgekehrte Prozess verlangt Wasserabgabe. Nun muss das Glykogenmolekul der so geringen Diffusibilität halber entschieden für bedeutend grösser wie das des Zuckers angenommen werden. Es müssen sich also zwei oder mehr Zuckermolekule bei der Bildung von Glykogen unter Austritt von Wasser mit einander vereinigen und da liegt es nach allen Analogien am nächsten, die Glykogenbildung als eine Art Aetherbildung aufzufassen[1]). Solcher Synthesen mit Wasseraustritt sind aber schon mehrere für den Organismus bekannt, so die Bildung der Hippursäuren aus Benzoësäuren, die Bildung der Taurocarbaminsäure aus Taurin und Carbaminsäure, die Bildung der Methyl-

---

[1]) Von grosser Bedeutung, aber schwierig lösbar wäre die Frage nach Richtung und Grösse der bei diesem Prozess auftretenden Energieänderung.

hydantoinsäure aus Sarkosin und Carbaminsäure. Ist die Art dieses Prozesses in diesen Fällen auch nicht ganz identisch — die Bindung der Molekulreste geschieht durch Stickstoff, — so ist doch sicher damit faktisch die Möglichkeit des Aufbaues grösserer Molekule aus kleinern im Organismus aufs Evidenteste bewiesen. Näher verwandt wäre die Synthese von Fett aus Fettsäure und Glycerin, doch herrscht gerade hier noch ein ähnlicher Streit. Das höchste Interesse aber gewinnt für uns jetzt die angezeigte Bildung eines Glykosids im thierischen Körper. Jaffé[1]) soll nach subcutanen Injektionen von Indol Indican in reichlicher Menge aus dem Harn erhalten haben. Da Indican durch Behandeln mit hydrolytischen Fermenten sich in Zucker und Indigblau spaltet, so wäre damit die Möglichkeit der Glykosidbildung (Paarung von Zucker und irgend einem andern Körper unter Wasseraustritt) für den Thierkörper bewiesen; die Glykogenbildung aber kann füglich als ein spezieller Fall einer solchen Glykosidbildung angesehen werden.

Die grosse Zweckmässigkeit einer solchen Synthese brauche ich wohl kaum besonders hervorzuheben, im Laufe der ganzen Darstellung finden sich dafür Belege genug.

Auf die Nothwendigkeit der Synthesen im thierischen Körper aber hat zuerst in allgemeinster Weise Hermann[2]) 1868 hingewiesen; im Thierkörper existiren Molekule, die einen viel complizirteren Bau als jene der Nahrung besitzen. Haemoglobin bietet das naheliegendste Beispiel dafür.

---

[1]) Med. Centralblatt 1872. Nr. 1.

[2]) Ein Beitrag zum Verständniss der Verdauung und Ernährung, 1869.

Complizirter, wenn auch immer noch einfach ist die Bildung von Glykogen aus Glycerin zu erklären.

Ich habe schon früher auf die Analogien zwischen Glycerin und Zucker hingewiesen. Bei weiterm Durchsuchen der Literatur fand ich, dass schon Lehmann diese Beziehungen genügend waren, eine Umwandlung von Glycerin in Zucker, resp. Glykogen anzunehmen. Auch der Fütterungsversuche von van Deen und Heynsius habe ich schon oben erwähnt.

Es ist auffallend, dass Weiss aller dieser Bestrebungen mit keiner Silbe erwähnt; sie hätten ihm zeigen können, dass schon frühere Autoren eine Metamorphose von Glycerin in Zucker keineswegs für so unwahrscheinlich hielten. Dessen Bemerkung aber, „bei der von Scheremetjewski nachgewiesenen, so leichten Verbrennlichkeit des Glycerins sei eine direkte Glykogenbildung aus demselben nur noch um so unwahrscheinlicher,“ entbehrt jeglicher Begründung. In der That, sieht man sich die Tabellen Scheremetjewski's näher an und berechnet unter der Voraussetzung, dass auch nach Eingabe der leicht oxydabeln Substanzen die gewöhnlichen Oxydationsprozesse ruhig ihren Gang gehen — eine Voraussetzung, die als die natürlichste sich auch Scheremetjewski erlaubt, — aus dem Mehrverbrauch von Sauerstoff die wirklich verbrannten Mengen dieser leicht oxydabeln Stoffe, so zeigt sich übersichtlich

Was injicirt?	Wie viel grm. injicirt?	Dauer des Versuchs.	Wie viel verbrannt?
Milchsäure . .	0,6	60 min.	ca. 40 %
Glycerin . .	1,9	75 „	ca. 25 %
Capronsäure .	0,83	90 „	ca. 13,5 %
	0,51	111 „	ca. 24 %

Diese Zahlen zeigen zu deutlich, wie langsam die Oxydation auch nur so kleiner Mengen oxydirbarer Körper vor sich geht. Wenn nun auch eine gewisse Proportionalität zwischen injicirter und verbrannter Menge herrschen mag, so kann diese doch nur bis zu gewissen oberen Grenzen gelten. Und wir haben somit guten Grund zu vermuthen, dass von den so grossen Mengen injicirten Glycerins, wie solche in allen diesen Fütterungsversuchen vorkommen, ein relativ noch viel geringerer Bruchtheil wirklich verbrannte.

Folgende Versuche mögen dazu dienen, diese Ueberlegung von einer andern Seite zu stützen.

Im Interesse einer andern Versuchsreihe hatte ich öfter Gelegenheit, den Harn von Glycerinthieren auf Zucker zu untersuchen. Wenn ich diesen auch nur mit Natronlauge und verdünnter Kupfervitriollösung versetzte, färbte sich doch die Flüssigkeit auch bei Abwesenheit von Zucker schön lasurblau. Dies führte mich zu dem allerdings nicht strenggültigen Schluss, es könne das Kupferoxydhydrat nur von in den Harn übergegangenem Glycerin in Lösung erhalten worden sein; denn zu wiederholten Malen hatte ich Gelegenheit zu beobachten, dass auch noch andere Körper im Harn ausser Zucker, Mannit, Glycerin durch ihre Gegenwart das Kupferoxydhydrat in Lösung erhalten können. Doch ich machte mich daran, das Glycerin aus solchem Harn möglichst zu isoliren.

Die Methode war meist folgende. Der Harn wird auf dem Wasserbade eingedampft, bis der Syrup sein Volum nicht mehr merklich ändert (schon dies ist für Glycerinharn charakteristisch, denn normaler Kaninchenharn lässt sich auf dem Wasserbade total zur Trockne eindampfen), dann kalt mit Alkohol übergossen, filtrirt,

und das Filtrat nochmals auf dem Wasserbade verdunstet. Meist war dann das Glycerin soweit isolirt, dass es — Zucker war ausgeschlossen — deutlich süss reagirte. Die Akroleinprobe wurde dann stets mit positivem Erfolg ausgeführt, meist gelang auch die Darstellung von Glycerinphosphorsäure, deren Kalksalz durch seine schwere Löslichkeit in heissem, leichtere Löslichkeit in kaltem Wasser so gut charakterisirt ist.

Eine tadellose quantitative Methode der Glycerinbestimmung dagegen ist mir trotz langem Suchen nicht geglückt, ich begnügte mich schliesslich, die Menge nur nach dem Verdampfungsrückstande des alkoholischen Filtrates abzuschätzen, was bei vergleichenden Untersuchungen als Nothbehelf einstweilen dienlich sein kann.

Aus Menschenharn suchte ich Glycerin zu isoliren, wie folgt.

Ich versetzte die jeweiligen Filtrate successive mit Baryt, salpetersaurem Quecksilber, basisch essigsaurem Blei und Ammoniak, Schwefelwasserstoff, und verfuhr dann weiter wie mit Kaninchenharn.

Versuch Nr. 16. Im Laufe eines Nachmittags wurden 100 ccm. Glycerin pur. in 300 ccm. Rothwein genommen, der Harn bis zum nächsten Mittag gesammelt und wie angegeben analysirt. So resultirten noch mehr denn 15 ccm. syrupöse Flüssigkeit, die wenn auch nicht ganz, doch zu bedeutendem Antheil aus Glycerin bestanden haben muss. Die erwähnten Proben wurden alle auf's schönste mit dieser Masse ausgeführt.

So ist denn gewiss auch auf diesem Wege die Furcht vor dem zu raschen Zerfall des Glycerins als grundlos erwiesen.

Aber haben wir auch Analogien für den vermutheten Prozess der Zuckerbildung aus Glycerin?

Wir stellen uns vor, 2 Molekule Glycerin oxydiren sich zu Aldehyd und verbinden sich unter Wasseraustritt mittelst freigewordener Kohlenstoffaffinitäten.

HO	
HO HC	CH_2 OH
HO HC	CH OH
HO HC	CH OH
H	CH

Dieser Vorgang fände sein Analogon in der von Buttlerow gefundenen Bildung von Zucker aus Methylaldehyd. Zur Erklärung der Assimilationsvorgänge in der Pflanze hat sich Baeyer.[1]) darüber eine mit der meinigen identische Vorstellung gebildet und subsummirte solche Prozesse unter dem Ausdrucke — Condensation.

Solcher Condensationen sind allerdings bis jetzt im Thierkörper noch keine mit Sicherheit bekannt, aber vielleicht nur desshalb, weil man noch kaum angefangen hat, danach zu suchen.

Konnte ich so die Umwandlung von Zucker und Glycerin in Glykogen wenigstens indirekt durch Ausschluss anderer Möglichkeiten als höchst wahrscheinlich erweisen, so musste ich um so mehr bestrebt sein, die Frage durch einen direkten Beweis zu völligem Abschluss zu bringen.

---

[1]) Berl. chem. Ber. 1870.

Substitutionsversuche.

Sollte es möglich sein, den eingeführten Zucker mit einer Marke zu stempeln, so musste nach der Theorie der Synthese auch das dann resultirende Glykogen vielleicht diese Marke noch besitzen. Deren Eintritt in's Glykogenmolekul wäre ein absoluter Beweis für die Richtigkeit jener Lehre, ihr Wegfall aber würde keineswegs zu deren Ungunsten sprechen, denn deren Elimination könnte ja sehr wohl bei einem so komplizirten Prozesse denkbar sein.

Dies Verfahren wurde bei ähnlichen Fragen schon mehrfach geübt; ich erinnere an die Studien über Hippursäurebildung, an die Eingabe dem Organismus fremder Fette zur Lösung der Frage der Fettassimilation.

Die ersten Versuche in dieser Richtung habe ich Sommer 73 angestellt. Ich verfütterte Zuckerarten, die (gewöhnlich) im Thiere nicht vorkommen — Mannit, Fruchtzucker, Milchzucker — und fahndete hierauf nach deren Anhydriden zunächst in der Leber. Die Resultate liessen bekanntlich die Frage unentschieden. Gleichwol verdienen Versuche in diesem Sinne fortgesetzt zu werden, es ist sehr wohl möglich mit einer andern der so zahlreichen Zuckerarten den gewünschten Erfolg zu ernten, wenn nicht, so wird man doch wenigstens einige neue Bedingungen kennen lernen, an welche die Glykogenbildung wirklich geknüpft ist.

Die Schwierigkeit liegt hier einzig an der Beschaffung genügenden Materiales. Als lohnend dürften sich Sorbit, Jnosit, Carius' Phenose erweisen; nicht geringeres Interesse auch andere als sechsatomige Alkohole — Erythrit und Glykol — bieten.

Versuche mit Substitutionen im engern Sinne unternahm später Salomon, leider mit geringem Erfolg.

Er verfütterte Monacetylsaccharose. Doch schon a priori war wahrscheinlich, dass diese Marke im Thierkörper abfallen muss; wird diese Substanz doch schon von den verdünntesten Säuren nach Angabe ihres Entdeckers Schützenberger zurück in Essigsäure und Zucker gespalten.

Einen analogen Versuch hatte ich schon früher angestellt, als ich Glycerinphosphorsäure dem Thier gab.

Weiter schlug Salomon Trinitroglycerin vor, eine Idee, die ich als eine sehr unglückliche zu bezeichnen wage. Denn zu dem Prozess der Zuckerbildung aus Glycerin, sicher aber zum Prozess der Synthese unter Wasseraustritt muss doch ein Wasserrest im Molekul vorhanden sein. Ausserdem dürften sich wohl allgemein substituirte Körper um so weniger zum Versuche eignen, je weiter die Substitution gegangen. Mit Zunahme derselben werden diese Körper sehr bald aufhören für die Existenz der Organismen indifferent zu sein. Bei der Schwierigkeit verwendbare substituirte Zucker zu bekommen, wandte ich mich ebenfalls den verhältnissmässig leichter zugänglichen Glycerinderivaten zu.

Ich versuchte Monochlorhydrin, jedoch mit ungünstigem Erfolg. Obschon ich dasselbe möglichst verdünnt injicirte, erlag das Thier schon nach Eingabe von 2,5 grm. an heftiger Gastroenteritis. [1])

Weitere Versuche mit substituirten Glyceriden, mit deren Beschaffung ich bereits beschäftigt bin, behalte ich mir vor.

---

[1]) Zeichen von Anaesthesie, wie sie Romensky (Pflüger's Arch. Bd. V.) als Wirkung von Di- und Trichlorhydrin beschrieb, habe ich nicht bemerkt.

Auch auf anderem Wege ist indessen Beweisführung angetreten worden.

Es entwickelte sich dieselbe aus Bernard's berühmtem Versuch, der die Fähigkeit der Leber, den Zucker festzuhalten, beweisen sollte.

Unter Leitung Naunyn's gelang es E. Schöpffer [1]) jenen bereits angeführten Versuch für Traubenzucker zu bestätigen. Darauf hin hielt dieser eine Umwandlung von Zucker in Glykogen in der Leber für bewiesen.

So wahrscheinlich diese Deutung im Zusammenhange mit allen übrigen Beweismomenten, besonders nach Widerlegung von Ersparnisstheorien auch sein mag, so kann doch die Beweiskraft des Bernard-Schöpffer'schen Versuches an sich noch sehr fraglich erscheinen. — Denn auch noch für andere Körper Fette, Eiereiweiss, Rohrzucker fand Bernard [2]) bei solchen Versuchen ein gleiches Verhalten. Sie alle scheinen in der Leber zurückgehalten zu werden, für die Assimilation aller dieser Stoffe wären also verschiedene, nebeneinanderlaufende Prozesse in derselben anzunehmen. Es könnte sich fragen, ob dies Alles nicht aus einem einheitlichen Grunde — der besonderen physikalischen Eigenthümlichkeit, welche die Leber in den Versuch einführt — zu erklären sei.

Für alle Körper gilt nun dies Verhalten nicht. Cl. Bernard hat dies für Blutlaugensalz bewiesen, welches wohl der Repräsentant aller jener Körper sein wird, die im Getriebe des Stoffwechsels keine Veränderung erfahren. Dadurch aber kämen gerade die angeführten Stoffe in einen gewissen Zusammenhang.

---

[1]) Arch. f. exp. Patholog. I.

[2]) Leçons de physiologie expériment. II. pag. 322.

Für den Traubenzucker ist jener Unterschied in dem Verhalten des Harns je nach Ort der Injection kein absoluter.

Schon Bernard[1]) fand eine untere Grenze der Masse und Concentration, bei welcher auch nach Injektionen unter die Haut kein Zucker in den Harn übertrat.

Tieffenbach[2]) konnte jene Versuche bestätigen. Spritzte er einem Kaninchen 1 grm. Traubenzucker unter die Haut, konnte er gleichwol in dem ganzen, während der nächsten 24 Stdn. gelassenen Harn keine Spur Zucker entdecken. Ja Seelig[3]) fand, dass sogar von 2 grm. Zucker, wenn derselbe stark hungernden Thieren langsam in die v. jugularis injicirt wurde, mehrmals nur unbedeutende Spuren im Harn erschienen.

Aus allen diesen Versuchen geht unwiderleglich hervor, dass es einen gewissen Zuckergehalt des Blutes gibt, der noch keinen wahrnehmbaren Zuckergehalt des Harns bedingt, ja Seeligs Versuche scheinen noch weiter einen Verbrauch des Zuckers im Hungerthiere deutlich zu beweisen.

Wird aber derselbe nur irgendwo im Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit verbraucht oder umgewandelt, so ist nun verständlich, dass selbst beträchtliche Mengen davon allmälig und in geringer Concentration in die Blutbahn eingespritzt werden können, ohne dass merkliche Mengen in den Harn übertreten.

---

[1]) Leç. de phys. expér. I. pag. 222.

[2]) Ueber die Existenz der glykogenen Funktion der Leber. Dissertation. Königsberg 1869.

[3]) vgl. Naunyn l. c.

Von wie bedeutendem Einfluss Stärke der Concentration und Schnelligkeit des Einspritzens sind, ist zu bekannt. Bei vergleichenden Versuchen müssen diese also vor Allem gleichgehalten werden. Dies ist aber der Natur der Sache nach hier gar nicht möglich. Denn bei Injektionen in einen Ast der Pfortader wird mit Einschaltung der Leber beides geändert. Der langsame Leberkreislauf, an sich schon günstig, gestattet weiter der concentrirten Zuckerlösung (60% Bernard, 15–20% Schöpffer) noch reichlich Gelegenheit zu osmotischem Verkehr mit dem massigen Organ der Leber. Bei Injektionen in die Pfortader wird somit sicher der Zucker langsamer und weniger concentrirt im allgemeinen Kreislauf erscheinen, als bei Injektionen in die Jugularvene. Dadurch allein könnten sich Verschiedenheiten des Harns erklären.

Wie weit die angeregten Bedenken gerechtfertigt, zeigt deutlich eine Zusammenstellung der Tabellen Nr. VII und Nr. IX aus der Arbeit von Seelig [1]).

Tab. VII. bezieht sich auf die Zuckerausscheidung hungernder, diabetischer Thiere nach Injektion von Zucker in die v. jugul.; Tab. IX zeigt diese Verhältnisse nach Injektion in einen Ast der v. porta. Jene Versuche beziehen sich in beiden Tabellen auf ungleiche Injektionsmengen und ungleiche Versuchszeiten. Um sie vergleichbar zu machen, habe ich Tab. IX auf gleiche Injektionsmenge reduzirt (Tab. IX.a.) [2]) und auch auf gleiche Zeiten (Tab. IX. b.).

---

1) nach Naunyn l. c.

2) Das Mittel 0,3 wird dann identisch mit dem Werthe eines Versuches dieser Reihe, dessen Injektionsmenge gleich jener aus Tab. VII war.

Art des Versuchs.	Injicirter Zucker in grm.	Mittelwerth des ausgeschiedenen Zuckers.	Nach wie viel Stunden?
Tab. VII.	2,0	0,73	8
Tab. IX.	1,5	0,23	4
Tab. IX a.	2,0	0,3	4
Tab. IX b.	2,0	0,6	8

Sogar mit der günstigsten Rechnung erreicht also der Mittelwerth aus Tab. IX. b. jenen aus Tab. VII noch lange nicht. Nun aber dürfte dieser Werth 0,6 noch beträchtlich zu hoch gegriffen sein, denn er beruht auf der Annahme, diese Ausscheidung gehe proportional der Zeit. Es ist jedoch viel wahrscheinlicher, dass dieselbe in gewisser Proportionalität mit dem Zuckergehalt des Blutes stehe, also mit zunehmender Zeit stetig abnehmen muss.

Es wirkt also in der That auch die Leber eines Zuckerstichthieres verzögernd auf die Ausscheidung injicirten Zuckers. Damit fällt aber die Beweiskraft von Schöpffer's Versuch. Die normale Leber muss zwar diese Fähigkeit in noch höherm Masse besitzen, doch dürfte sich ein solcher Unterschied leicht aus den veränderten Circulationsbedingungen herleiten.

Doch schon Bernard hatte einen beweisenderen Versuch angestellt.

Er hatte gefunden,[1] dass Rohrzucker viel leichter in den Harn übertritt, wie Traubenzucker; (Rohrzucker, 0,5 grm.

[1]) Leç. de phys. expérim. I. 222.

auf 25 ccm. Wasser, subcutan injicirt, erschien schon im Harn; noch nicht Traubenzucker, 2,0 grm. in gleicher Menge Wasser gelöst). Injicirte er nun 2—3 grm. Rohrzucker in einen Zweig der Pfortader, so trat auch von diesem jetzt keine Spur in den Harn über.[1])

Diese Modifikation des Versuchs dürfte einer bloss physikalischen Deutung ungleich grössere Schwierigkeiten bereiten. Wieweit jedoch dieselbe in Betracht kommen kann, müssten eingehendere Versuche zeigen, namentlich mit Substanzen, die im Stoffwechsel keine Veränderung erfahren. Die Verzögerung der Zuckerausscheidung auch durch die Diabetesleber aber dürfte z. Th. auf einer intermediären Glykogenbildung beruhen, wie ich eine solche nach Zuckerinjektionen bei Zuckerstichthieren nachgewiesen habe. (Vgl. unten).

Schöpffer hatte in seinen Versuchen nie die Leber auf Glykogengehalt geprüft; würde diese in der That nach seiner Berechnung 0,12 grm. Zucker in der Minute verarbeiten, so hätte er ja mit Leichtigkeit eine Vermehrung des Glykogengehaltes nach Zuckerinjektionen constatiren können.

Dieser Aufgabe hat sich nun G. Heidenhain[2]) unterzogen. Er fand wirklich nach Injektionen in einen Ast der Pfortader bemerkliche Steigerung des Glykogengehaltes der Leber. Doch ist klar, dass solche Versuche nicht mehr und nicht weniger beweisen können, als alle frühere Versuche mit Fütterung von zuckerreicher Kost. Schon Bernard hat in seinen ersten derartigen

[1]) Leç. de phys. expérim. II. pag. 322.

[2]) nach Naunyn l. c.

Versuchen den Uebergang von Zucker in das Pfortaderblut nachgewiesen und stehen diesen Versuchen gerade so wie den Injektionen von Zucker in den Darm alle Bedenken einer Ersparnisstheorie entgegen.

Weiter aber kann die Frage auf diesem Wege gefördert werden durch wirkliche Vereinfachung des Versuchs, durch Isolation der Leber vom übrigen Organismus. Dieselbe ist seit den schönen Versuchen aus dem Leipziger Laboratorium ins Reich der Möglichkeit getreten.

Durchströmungsversuche.

Nach dem Vorgange ähnlicher Versuche an anderen Organen hat Asp [1]) auf Ludwigs Anregung die ausgeschnittene lebende Leber auf deren Gallenabsonderung geprüft.

„Die Entstehung der Galle würde sich jedenfalls genauer, als es bis dahin möglich war, beobachten lassen, wenn es gelänge die absondernde Thätigkeit der ausgeschnittenen Leber unter Beihülfe eines künstlichen Blutstromes zu erhalten."

Einen ähnlichen Gedanken mochte Herr Professor Hermann gehegt haben, als er schon vor dem Erscheinen der Arbeit von Asp die künstliche Durchströmung der noch lebensfrischen Leber mit Zuckerblut mir empfahl.

Dem Gelingen des Versuches steht aber eine Fülle von Bedenken entgegen.

Es ist zu bekannt, mit welcher Leichtigkeit das Glykogen einer ausgeschnittenen Leber sich in Zucker zurück-

---

1) Sächs. Berichte 1873.

verwandelt. Es kann dies zwar lediglich Absterbeerscheinung sein. Wie man Muskeln durch einen Strom arteriellen Blutes viele Stunden am Leben erhalten kann, so wird dasselbe auch mit der Leber gelingen.

Doch auch normales Blut besitzt einen gewissen Fermentgehalt und dieser dürfte vielleicht schon genügen, den Effekt einer nur geringen Glykogenbildung gänzlich zu verdecken.

Bei unserer Unkenntniss über den normalen Blutstrom in der Leber erwächst weiter ein Bedenken über die zweckmässigste Geschwindigkeit, resp. Druck des künstlichen Stromes. Unzählige Erfahrungen lehren, in wie hohem Grade Cirkulationsstörungen der Leber auf die Saccharifizirung ihres Glykogens wirken.

Bei mehrfachen Eingriffen ins Nervensystem tritt Diabetes auf. Sollte auch ein Nerveneinfluss mit ein Faktor bei der Glykogenbildung sein, so wäre mit dessen Wegfall das Bestreben hoffnungslos.

Schliesslich waren die Versuchsresultate von Asp nicht der Art, grosse Erwartungen rege zu machen.

Doch überzeugt von der Wichtigkeit dieser Versuche und verlockt durch die Kühnheit, die in denselben solchen Schwierigkeiten gegenüber lag, nahm ich die Arbeiten an der ausgeschnittenen Leber auf.

Gleichzeitig suchte ich mich noch über den Einfluss zu belehren, den der Wegfall des Nervensystems auf die Glykogenbildung haben könnte.

Ich untersuchte die Glykogenbildung nach Zuckerinjektionen am Zuckerstichthier. Diese Versuche riefen Studien über den Diabetes überhaupt hervor; sie sollen unten im richtigen Zusammenhange mitgetheilt werden. Als Resultat zeigte sich meist, nicht immer, ein deutlicher

Glykogengehalt der Leber. Damit war die Unabhängigkeit der Glykogenbildung vom Nervensystem in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, zugleich die Glykogenbildung als ein von der Glykogensaccharifizirung unabhängiger Prozess erwiesen.

Diese Thatsachen gaben neuen Muth, in diesen nicht leichten, häufig erfolglosen Experimenten an der ausgeschnittenen Leber auszuharren.

a) Technik. Die Arbeiten aus dem Leipziger Laboratorium, spez. die Arbeit von Asp enthalten mannigfache Winke.

Als Motor habe ich nicht Quecksilber-, sondern Wasserdruck angewandt. Dieser wirkte durch Luftübertragung auf das Blut. Zwischen dem in beliebiger Höhe einstellbaren Wasserreservoir und den Blutflaschen war eine grosse Glasflasche eingeschaltet.

Niveauschwankungen im Druckgefäss geben bei Anwendung von Wasser viel geringern Ausschlag als bei Anwendung von Quecksilber, durch die Luftübertragung wird ihr Einfluss noch bedeutend vermindert; man kann sie jedoch gänzlich vermeiden durch geregeltes Nachströmenlassen von Wasser. — Der Apparat dürfte so viel leichter zu handhaben sein, als ein solcher mit Quecksilberdruck.

Um Constanz des Kreislaufs zu erhalten, werden zwei Blutkugeln angewandt, sie arbeiten alternirend und werden alternirend aus einer dritten grössern Blutkugel gefüllt.

Die Leber war mittelst des Zwerchfells an einem Drahtringe aufgehängt. Die Injektion geschah stets von der Pfortader aus.

Zwischen Leber und Blutflaschen war ein Manometer mit Luftausschluss angebracht. Der Druck wurde meist

auf 27—30 mm. Quecksilber gehalten. In den ersten Versuchen überstieg er diesen öfters bis zu 40 mm.; Blutungen und Oedeme waren dann Folge. Bei niederem Drucke braucht man die Leberarterie nicht zu unterbinden, Blutungen sind keine zu befürchten.

Die Blutflaschen und die Leber befanden sich in grossen Wärmflaschen, deren Temperatur leicht zu reguliren ist, indem man nach Bedarf Wasser aus einem grossen vorher geheizten Wasserreservoir zuströmen lässt.

Vor dem Versuche werden diese Räume auf Temperaturen von 37—39° gebracht, und auf dieser Höhe die ganze Zeit über erhalten.

Dann wird das Blut eines grossen Hundes durch sorgfältiges Verblutenlassen aus der Carotis gewonnen, defibrinirt, durch feine Leinwand filtrirt, gemessen, mit beabsichtigter Menge Zuckerlösung [1]) versetzt, ein Theil in den Apparat gebracht, ein anderer als Reserve in Eis gestellt. Jetzt wird der Versuchshund entblutet, dessen Blut dem bereits gewonnenen zugefügt. Mittlerweile werden schnell Canülen in die v. cava inf. oberhalb der Leber und in die Pfortader eingesetzt, erstere unterhalb der Leber unterbunden. Dann wird dieselbe zusammen mit dem Zwerchfell mit Vorsicht aus dem Thier entfernt, ein Lappen, — gewöhnlich der rechte, denn dieser setzt sich am besten von der übrigen Leber ab — abgebunden und nun die Durchströmung eingeleitet, während ein Assistent das Organ am Zwerchfell aufhängt, ein anderer die sofortige Verarbeitung des Controllappens besorgt. Von der Eröffnung der Carotis bis zum Beginn der Durch-

[1]) Der verwandte Zucker war stets chemisch reiner Traubenzucker aus der Fabrik von Dr. L. Marquart in Bonn.

strömung verflossen bei grösserer Uebung nie mehr wie 10—12 Minuten.

Das aus der v. cava abfliessende Blut wird gut geschüttelt wieder in die Blutflasche zurückgebracht. Nicht selten ist erheblicher Blutverlust aus der Lappenwunde zu beklagen.

b. Versuche. Die ersten bezogen sich auf Kaninchenleber und frisches mit möglichster Vorsicht behandeltes Blut aus dem Schlachthause, oder auch auf Katzenleber und Hundeblut. Nie sah ich günstigen Erfolg.

Lohnender war schon der erste an der Hundeleber mit Hundeblut angestellte Versuch.

Versuch Nr. 17. Der Hund hatte 3 Wochen gehungert. Nach den ersten 14 Tagen hatte er einmal ca. 125 grm. Fettgewebe aus der Nierengegend bekommen.

Das verwandte Blut enthielt 2% Zucker, die Durchleitung dauerte 3 Stunden. Das Einbinden der Canülen hatte etwas zu viel Zeit erfordert, desshalb wurde das Abbinden eines Controllappens versäumt. Als Glykogengehalt der Leber wurde 0,327 grm. gefunden.

Woher sollte diese Glykogenmenge stammen? Sollte die Leber noch soviel Restglykogen besitzen? Das Abbinden eines Controllappens stellte sich deutlich als Nothwendigkeit heraus.

Einige weitere Versuche missglückten, doch können sie nicht als Gegenbeweis zählen, denn sie liefen nicht ohne erhebliche Störungen ab.

Versuch Nr. 18. Der Hund hatte 14 Tage gehungert, das verwendete Blut enthielt 1,5% Zucker. Die Durchströmung dauerte 1½ Stunden. Vom Beginn der Entblutung bis zur Einleitung der Durchströmung verflossen 11 Minuten. Controllappen und Versuchsleber wurden vor der Analyse rasch in vorher abgewogene Mengen Alkohol gebracht, gewogen, dann mit Na OH zerkocht.

Der Lappen wog 27 grm. und enthielt 0,16 grm. Glykogen, also ca. 0,6%; die durchströmte Leber 160 grm., deren Glykogengehalt betrug 2,12 grm. oder ca. 1,3%.

Der noch beträchtliche Glykogengehalt des Controllappens ist auffallend. — Aber gerade hier ist deutlich ersichtlich, dass trotz Brutofentemperatur und Fermentgehalt des Blutes (Bernard), trotz Wegfall des die Fermentwirkung hemmenden Nervensystems (Pavy) der Glykogengehalt der Leber nach einer fast 2stündigen Trennung vom Organismus keineswegs abgenommen hat. Ja die mehr als doppelt so hohen Zahlen der durchströmten Leber lassen nur folgende Alternative übrig. Entweder verhalten sich die verschiedenen Leberlappen in ihrem Gehalt an Glykogen verschieden oder es hat hier wirklich Glykogenbildung nach der Durchströmung mit Zuckerblut stattgefunden.

Wenn auch die Ansicht, dass nicht jede Leberzelle stets mit gleicher Intensität arbeitet (v. Wittich [1]), gewiss viel Wahrscheinlichkeit besitzt, so dürfte denn doch diese periodische Thätigkeit der Zellen sich keineswegs um die verschiedenen Lappen kümmern, und dürfte vielmehr in jedem Lappen das Verhältniss zwischen gerade arbeitenden und nichtarbeitenden Zellen dasselbe sein. Naheliegende Gründe machen eine solche Annahme geradezu nöthig. Leider liegen noch keine bestimmten Daten über diesen Punkt vor.

Mit Annahme der andern Deutung steigt aber die Wahrscheinlichkeit für die Theorie der Synthese noch viel höher, ich wüsste wenigstens keine andere Erklärung, wollte man sich nicht zu der sehr unwahrscheinlichen einer fermentativen Ersparniss neigen.

---

[1]) Med. Centralbl. 1875. Nr. 8.

Zweimalige Wiederholung dieses Versuchs ist leider gescheitert. (Einmal bekam ich keine Spur, das andere Mal zwar deutliche, aber nicht wägbare Spuren Glykogen in der durchströmten Leber bei völligem Fehlen desselben im Controllappen). Doch bei der Complizirtheit der Sache kann dies nicht ausser Fassung bringen. Bewirkt doch bei einfachen Fütterungsversuchen Zuckerlösung nicht immer in gleichem Grade Glykogenvermehrung, wie viel mehr Möglichkeiten des Misslingens, wie viel mehr hindernde Momente entwickeln sich nicht in diesen Versuchen.

Bei der hohen Tragweite derselben beabsichtige ich, sie noch weiter fortzusetzen. Das Resultat des einen Versuchs Nr. 18 bürgt für die Sicherheit der Methode.

f) Diskussion der andern Glykogenbildner.

1. Fett.

Wie die Uebersicht zeigt, ist der Einfluss desselben noch im höchsten Grade streitig. Jedenfalls dürfte ein solcher in erster Linie von dem bei Verseifung der Fette freiwerdenden Glycerin abzuleiten sein, denn Versuche mit Fettsäuren gaben negatives Resultat. Gerade für das leichtest verseifbare Fett, das Olein (vgl. Ludwig, Physiologie I. pag. 31), scheint Glykogenbildung noch am besten bewiesen.

Versuche mit den künstlichen Fetten Berthelot's dürften hier vielleicht guten Aufschluss geben.

2. Leim.

Auch hier können wieder nur 2 Möglichkeiten festgehalten werden; entweder es wirkt der Leim als Sparmittel oder er besitzt in sich selbst die Stammatome des

Zuckers, kann sich im Organismus irgendwie in diesen umwandeln und so direkt der Glykogenbildung dienen.

Salomon findet zwar, »die Versuche über Leimfütterung würden gerade dazu beitragen, die Bedenken gegen die Weiss'sche Theorie der indirekten Glykogenbildung zu vermehren. Leim gehöre nicht zu den leicht oxydabeln Stoffen Scheremetjewski's, deren Verbrennung eine Ersparniss an Glykogen bewirken könnte.« Doch dürfte der Leim wohl kaum als solcher in merklichen Mengen resorbirt werden; er zerfällt vielmehr im Darm in Peptone, vielleicht z. Th. noch weiter in Leucin und Glykocoll; von diesen letztern ist aber ein leichter Zerfall auf dem Wege der Oxydation zu Carbaminsäure durch die Untersuchungen von Schultzen und Nencki[1]) geradezu wahrscheinlich gemacht und dürften sich diese in ihrem Verhalten gegen Oxydationsprozesse wohl kaum von den Fettsäuren Scheremetjewski's unterscheiden, deren Amide sie sind.

Einer solchen Auffassung dürften jedoch alle bei den Glycerinversuchen geäusserten Bedenken gelten. Diese Schwierigkeiten genügen, sich nach Stützen für die andere Ansicht umzusehen.

Schon 1845 konnte Gerhardt[2]) durch mehrtägiges Kochen von Fischleim mit verdünnter Schwefelsäure beträchtliche Mengen gährungsfähigen Zuckers unter Abspaltung von Ammoniak gewinnen. Diese Beobachtung wurde 1862 von Boedecker[3]) für Chondrin bestätigt, ja Meissner[4]) soll auch bei der Verdauung von Chondrin mit

[1]) Zeitschr. f. Biolog. VII.

[2]) vgl. Gerhardt, chim. org. IV. pag. 508.

[3]) Annalen d. Chem. d. Pharm. Bd. 117.

[4]) nach Gorup-Besanez physiol. Chem. pag. 142.

Magensaft Zuckerbildung beobachtet haben. Gestützt auf den Versuch von Gerhardt verglich Hunt[1]) 1848 die Zusammensetzung des Zuckers mit jener des Leimes und erklärte letztern als Diamid des Zuckers, zu welcher Vorstellung unter Abzug eines Molekuls Wasser die Zusammensetzung dieser Körper gut passt. Darauf hin hielt er mit Liebig den Leim wie die Kohlenhydrate als Respirationsmittel, fand auch eine Wasseraufnahme und darauf folgende Spaltung in Zucker und Ammoniak bei der Verdauung für sehr wahrscheinlich.

Anderseits ist 1860 Schützenberger[2]) und fast gleichzeitig auch Thenard[2]) der Versuch gelungen durch Erhitzen von Zucker oder Stärke mit Ammoniak leimartige Körper mit ca. 11 % Stickstoffgehalt zu erzielen.

Die Behauptung einer direkten Glykogenbildung aus Leim hat jetzt schon bedeutende Analogien für sich. Um so mehr dürfte es ein lohnendes Studium sein, jene Thatsachen durch erneute Versuche sicher zu stellen.

Die chemischen Verwandtschaften des Leims und der Eiweisskörper lassen erst jetzt mit Recht die Möglichkeit einer Glykogenbildung auch aus letztern vermuthen. Bei der schweren Verdaulichkeit derselben dürfte jedoch dem Darm von Kaninchen von 6—7 Hungertagen leicht zu viel zugemuthet werden, ist doch schon bei Leimfütterung das Resultat nicht so günstig wie bei Verfüttern von Zucker. Eine vorhergehende Peptonisirung dürfte daher eher Aussicht auf positiven Erfolg haben.

Die chemische Untersuchung des Eiweisses auf Zuckerreste hat sich bis jetzt eher ungünstig gezeigt,

---

[1]) Americ. journ. [2] V. pag. 74.

[2]) vgl. Compt. rend. LII. pag. 444, 641, 703.

jedoch dürfte eine solche noch keineswegs abgeschlossen sein; der physiologische Versuch einer Verfütterung reiner Eiweisskörper resp. Peptone aber ist noch nicht angetreten.

Bereits sind eine Anzahl stickstoffhaltiger Glykoside bekannt, die wie auch der Leim als Abkömmlinge der Eiweisskörper gelten. Deren eingehendes chemisches und physiologisches Studium dürfte zur endlichen Entscheidung dieser Fragen von nicht geringer Bedeutung sein.

g) *Schicksale des Glykogens.*

Ueber die physiologische Verwendung des Glykogens existiren bis jetzt nur Vermuthungen.

Nach Bernard sollte sich das Leberglykogen fort und fort in Zucker umwandeln. Pavy hielt, nachdem er die Glykogenbildung aus dem Zucker der Nahrung bewiesen glaubte, den umgekehrten Vorgang für unwahrscheinlich und bewies wenigstens, dass jene Umwandlung von Glykogen in Zucker von Bernard übertrieben hoch geschätzt wurde. Ob dieselbe aber nicht dennoch zwar in geringerem Masse physiologisch vorkömmt, ist durch eine beträchtliche Zahl späterer Arbeiten weder genügend widerlegt, noch genügend bewiesen. Mir fehlen eigne Versuche; doch darauf möchte ich hinweisen, dass beide Prozesse — Glykogenbildung aus Zucker und Zuckerbildung aus Glykogen — sehr wohl neben einander in der Leber denkbar sind. Einheit des Ortes braucht man desshalb für diese einander entgegenlaufenden Prozesse noch keineswegs anzunehmen, vielmehr könnten diese Vorgänge räumlich auf Leberzellen und Leberblut vertheilt gedacht werden. Die Möglichkeit einer solchen Anschauung lehren Erfah-

rungen an Zuckerstichthieren (s. unten). Die Glykogenbildung aus Zucker hätte dann immer noch den Zweck, den Nahrungszucker, der unregelmässig nach Zeit und Quantität zuströmt, in der Leber in nicht diffundibler Form zu reserviren, um so dessen Eintritt in das Blut des grossen Kreislaufs im Sinne grösserer Constanz zu regeln.

Pavy vermuthete eine Umwandlung von Glykogen in Fett. In der That fand er und später Tscherinoff nach zuckerreicher Kost neben viel Glykogen auch reichlich Fett in der Leber.

M'Donnell[1]) hält gestützt auf seinen mit Bernard übereinstimmenden Befund, dass Glykogen gerade in nicht fertig gebildeten Geweben, Haut, Knorpel, Lungen während ihrer Ausbildung massenhaft vorkomme, um später dort völlig zu schwinden, eine Theilnahme des Glykogens an der Gewebebildung für wahrscheinlich. Dies erforderte eine Benützung desselben zu weitern synthetischen Prozessen mit Eintritt von Ammoniak. Seine Beziehungen zum Leim lassen solche Vermuthungen nicht mehr einfach ignoriren.

Die nun so klar gestellten Beziehungen zwischen Muskelarbeit und Verbrauch von Kohlenhydraten wurden nach Entdeckung des Muskelglykogens mit Eile auf dasselbe übertragen, mit gewissem Recht seit Weiss eine Abnahme desselben bei Thätigkeit des Muskels fand. Doch dürfen diese Verhältnisse nicht etwa so aufgefasst werden, dass ohne Glykogen keine Contraction möglich sei und dass eben diese direkt auf Kosten jenes Stoffes ablaufe. Jene Beziehungen scheinen mir vielmehr keine so unmittelbaren zu sein, konnte ich doch in noch gut leistungsfähigen

---

[1]) l. c.

Muskeln so vieler Hungerthiere keine Spur Glykogen entdecken. Vielmehr wird es wahrscheinlich, dass auch hier nur überflüssige Kohlenhydrate in der Form von Glykogen als Reservestoffe aufgehäuft werden.

Besser als die physiologische Bedeutung des Glykogens ist seine pathologische bekannt; diese Beziehungen sind dem Experimente viel leichter zugänglich.

Diabetes mellitus.

Bei der leichten Saccharificirung des Glykogens, wie sie schon bei geringen Circulationsstörungen in bedeutendem Masse eintritt, darf man von vorneherein eine Realisation dieser Möglichkeit erwarten.

Wir besitzen zahlreiche Verfahren Thiere diabetisch zu machen. Wie deren Angriffspunkte mannigfaltige sein können, so sind auch diese Diabetesformen selbst in ihrem Wesen wohl keineswegs identisch. Es muss also stets jede für sich einer experimentellen Analyse unterworfen werden.

Ist die Theorie der Anhydridbildung richtig, so kündigt Auftritt von Zucker im Harn stets[1]) eine Beeinträchtigung dieser Leberfunktion an. Nach einer andern Anschauung dürfte eher eine Steigerung der Leberthätigkeit erwartet werden.

Das Studium der Erscheinungen nach Störung einer Funktion mag auch hier ein Prüfstein sein für die Erkenntniss von deren Bedeutung, wie solche auf anderem Wege gewonnen. Den verschiedenen Arten von Diabetes entsprechen verschiedenartige Eingriffe in die Glykogenbildende Funktion der Leber.

---

[1]) Injektionen zugrosser Zuckermengen natürlich ausgeschlossen.

1. Zur Methode.

Die Versuchsthiere waren Kaninchen. Die Zuckerbestimmung des Harns habe ich stets mit Trommer's Probe angestellt. War der Harn trüb, oder trübte er sich mit Natronlauge, wurde filtrirt, dann verdünnte Kupfervitriollösung zugesetzt und erwärmt. Blosse Entfärbung der lasurblauen Flüssigkeit schrieb ich noch nicht Zucker zu, diese Erscheinung bietet meist schon normaler Kaninchenharn; erst ein deutlicher, rother oder gelber Niederschlag, setzte sich derselbe auch erst nach einigen Stunden ab, galt mir als Beweis des diabetischen Zustandes. Bei irgend grossen Quantitäten wandte ich auch häufig noch die Gährungsprobe an.

Quantitative Methoden waren bei meinen Versuchen meist überflüssig. Den Harn gewann ich durch häufiges (1—2 stündliches) vorsichtiges Ausdrücken der Blase; kam mir darauf an, den gesammten Harn zu gewinnen, setzte ich die Thiere in den Zwischenzeiten auf einen grossen Trichter. Dabei ist sorgfältigste Reinhaltung des Felles während den Injectionen selbstredend.

2. Diabetes nach Zuckerstich.

Meist übte ich das Verfahren von Bernard, dicht hinter dem dritten Höcker des Hinterhauptbeins dasselbe zu durchbohren und möglichst median das Instrument in der Richtung gegen die Kieferwinkel zu führen. Da die Grösse der Kiefer, also die Lage der Kieferwinkel etwas variirt, war ich zutreffenden Falls bestrebt, den Stich eher etwas mehr nach hinten zu richten.

Die Wahrscheinlichkeit des Gelingens ist hier bei einiger Uebung eine sehr grosse; der Eingriff relativ am

Geringsten, so dass ich die Thiere bei diesem Verfahren am längsten und muntersten überleben sah.

Ein anderes Verfahren von Bernard[1]), die m. occipito-atlantoidea zu eröffnen, um von hier aus den Boden des vierten Ventrikels zu treffen — es heisst jetzt wohl auch das Verfahren von Eckhardt — habe ich ebenfalls bisweilen geübt, der zu eingreifenden Operation halber aber später verlassen.

Jedesmal wurde durch die Sektion die Lage des Stiches konstatirt. War derselbe erfolgreich, so fand man stets die hintere Hälfte vom Boden des vierten Ventrikels mitgetroffen.

1. Wie ändert sich der Glykogengehalt der Leber nach Zuckerstich?

Die Thiere blieben nach dem Stiche ohne Futter, einzig erhielten sie ab und zu Wasserinjektionen, um die Harnsecretion anzuregen. Unmittelbar vor dem Stiche wurde ihnen stets die Blase völlig entleert und deren Harn auf Zucker geprüft. Nie war dieser bei den verwendeten Thieren zuckerhaltig.

Versuch Nr. 19. Ein normales Kaninchen wird 6½ Uhr Morgens gestochen. Bis auf einige leichtere Zwangsbewegungen schien der Stich gut gelungen. Um $7._{15}$ wird wieder Harn ausgepresst, nur eine geringe Menge erhalten; diese gab jedoch nach kurzem Erwärmen mit Trommer's Probe einen starken, gelben Niederschlag. Nach der Menge dieses Niederschlags ungefähr geschätzt wuchs nun der Zuckergehalt bis 1 Uhr nahm dann ab, um 5 Uhr war er bis auf geringste Spuren geschwunden. Jetzt wird das Thier getödtet, die Leber auf Glykogen verarbeitet, es fanden sich noch 0,23 grm. in derselben.

Versuch Nr. 20. Ein kräftiges Thier wird um 6 Uhr gestochen. Um 8 Uhr gibt der Harn schon reichlichen Oxydul-

[1]) vgl. Cl. Bernard, système nerveux I. pag. 401 u folgd.

niederschlag. Dieser wächst nun noch längere Zeit, nimmt dann ab, um 4 Uhr ist der Zuckergehalt beinahe wieder Null. Jetzt wird das Thier noch einmal gestochen. Um 6 Uhr ist der Zuckergehalt wieder deutlich gestiegen, um 8 Uhr ist er wieder beträchtlich. Andern Tags ist das Thier noch am Leben, der Nachtharn enthielt noch Zucker, nicht mehr der 7 Uhr Morgens ausgepresste. Jetzt wird das Thier getödtet, in der Leber fand sich keine Spur Glykogen.

Versuch Nr. 21. Ein starkes Kaninchen von 2½ Hungertagen wird Morgens 8 Uhr gestochen. Um 9 Uhr zeigen sich noch kaum Spuren von Zucker im Harn. Um 10½ Uhr zeigte sich deutliche Reduktion mit Fällung, diese wird bis 11½ Uhr noch stärker, um 1 Uhr nimmt sie ab, und ist um $2_{\cdot 30}$ bis auf die geringsten Spuren geschwunden. Die Leber, jetzt untersucht, enthält kein Glykogen und keinen Zucker.

Versuch Nr. 22. Ein kräftiges Kaninchen mit 4 Hungertagen wird Morgens 8 Uhr gestochen. Um 10 Uhr reagirt der Harn schwach aber deutlich nach Zucker, um 11 Uhr wird der Oxydulniederschlag stärker, um 12 Uhr hat er schon wieder beträchtlich abgenommen und um 1 Uhr ist kein Zucker mehr nachweisbar. Jetzt enthält die Leber weder Glykogen noch Zucker mehr.

Versuch Nr. 23. Ein kräftiges Kaninchen mit 5½ Hungertagen wird Morgens 9 Uhr gestochen. Der Harn von 9—6 Uhr gesammelt enthält nie Zucker. Um die Sicherheit des Stiches zu prüfen, werden 30 ccm. 30%ige Zuckerlösung injicirt. Jetzt erscheint nach einer Stunde Zucker im Harn (vgl. hierüber unten).

Die Menge des Zuckers im Harn und der Gang seiner Ausscheidung sind abhängig von dem Glykogengehalt der Leber. Eine Abnahme desselben ist Begleiterscheinung des Zuckerharnens. Fehlt das Leberglykogen, so bleibt der Stich unwirksam [1]; ist es nur in geringer Menge vor-

[1]) Eine Thatsache, die schon Dock kannte.

handen, so läuft der Diabetes rascher ab. Die Wirkung des Stiches ist vorübergehend. Da nach Ablauf desselben noch Glykogen in der Leber sich finden kann, so ist die Saccharifizirung jedenfalls eine nur allmälige. Die Wirksamkeit eines zweiten Stiches steht damit im Einklang.

2. Wie verhält sich von Aussen zugeführter Zucker bei Zuckerstich?

Zur Entscheidung dieser Frage können selbstredend nur Hungerthiere dienen.

Versuche. Meist stach ich mehrere Thiere von 5—6 Hungertagen nach einander, liess aber eines oder einige derartige zur Controle geschont. Darauf entleerte ich allen die Blase, und injicirte jedem 30 ccm. einer 30 %igen Zuckerlösung in den Magen. (Meist habe ich Traubenzucker, einigemal auch Milchzucker und Fruchtzucker verwendet.) Nach einer Stunde drückte ich die Blasen wieder aus. Der Harn der Normalthiere zeigt dann wohl meist Entfärbung bei Trommer's Probe, nie aber Oxydulfällung, der Harn der Stichthiere dagegen schon gleich bei gelindem Erwärmen einen starken gelben oder rothen Niederschlag.

Bei Stichthieren tritt also entgegen dem normalen Befund in den Magen eingeführter Zucker rasch in den Harn über. Es ist dies Verhalten bei Hungerthieren in der That der beste Beweis für das Gelingen des Stiches und es ist mir geradezu unerklärlich, worauf die davon abweichende Behauptung von Dock beruhen mochte.

3. Wie verhält sich die Glykogenbildung nach Zuckerinjektionen und Zuckerstich?

Versuch Nr. 24. Ein Kaninchen von mittlerer Grösse mit 5 Hungertagen wird Morgens 7 Uhr gestochen, die Blase entleert und 30 ccm. 30%oger Zuckerlösung injicirt. Um 8 Uhr zeigt der Harn schon reichlich Zucker. Nun werden um 9,

11, 1, 3, 4 Uhr je 30 ccm. dieser Zuckerlösung injicirt, um 5 Uhr die Leber auf Glykogengehalt geprüft, sie enthält 0,06 grm., in den Muskeln fand sich keine Spur.

Versuch Nr. 25. Das Kaninchen wird wie Nr. 24 behandelt. Seine Leber aber enthielt 0,22 grm. Glykogen.

Der Harn beider Thiere enthielt bis an's Ende Zucker.

Versuche Nr. 26 u. 27. Zwei kräftige Kaninchen von 5½ Hungertagen werden 7 Uhr gestochen und mit der Probelösung injicirt, sie zeigen $8._{15}$ reichlich Zucker im Harn. Nun bekommen sie gleiche Injektionen um 9, 11, 12, 2 Uhr, um 4 Uhr werden sie getödtet. In der Leber des einen findet sich keine Spur, in der des andern 0,09 grm. Glykogen. Der Harn blieb stets zuckerhaltig.

Versuche Nr. 28 u. 29. Ein mittelstarkes Kaninchen von 5 Hungertagen wird um 6 Uhr gestochen und die Probelösung injicirt. Wie der Harn um $7._{15}$ bedeutend zuckerhaltig sich zeigt, werden 7½, 9, 10½, 12, 1½, 3, 4½ Uhr je 30 ccm. 40%ige Lösung injicirt, um 7 Uhr das Thier getödtet. Die Leber enthält 0,32 grm. Glykogen, in den andern Organen, Lunge, Niere, Milz, Herz, Muskeln, welche gleichzeitig von zwei Assistenten in Untersuchung genommen wurden, konnte keine Spur gefunden werden.

Gleichzeitig war ein nahe gleiches Normalthier von ebenfalls 5 Hungertagen ebenso injicirt worden. Es enthielt 1,34 grm. Glykogen in der Leber, in den Muskeln der Unterschenkel 0,39 grm., ebenso beträchtliche Mengen im Herzen, deren quantitative Bestimmung aber leider vernachlässigt wurde. In Niere, Lunge, Milz war kein Glykogen zu finden.

Versuch Nr. 30. Ein kräftiges Kaninchen von 5 Hungertagen wird 8 Uhr gestochen, 8, 10, 12, 2 Uhr je 30 ccm. 30%ige Zuckerlösung injicirt. Schon von 9 Uhr ab enthielt der Harn stetsfort Zucker. Um 4 Uhr wird das Thier getödtet, die Leber enthält nur unwägbare Spuren Glykogen.

Versuch Nr. 31. Noch habe ich von einem ähnlichen Versuche kurz zu berichten, in welchem gar keine Spur Glykogen sich weder in Leber noch Muskeln fand.

Es springt in allen Versuchen die beträchtliche Herabsetzung des Glykogengehaltes dieser Lebern ins Auge. Der Einfluss des Zuckerstiches auf denselben erklärt das zur Genüge. Staunen muss man vielmehr, dass dennoch häufig, nicht immer, noch eine merkliche Menge Glykogen sich zeigt. Dass diese sich während des Versuchs neugebildet hat, ist nicht zu bezweifeln, dagegen könnte wenigstens in einigen der angestellten Versuche unentschieden bleiben, ob diese Neubildung schon während der Wirkung des Stiches oder erst mit dessen Nachlassen vor sich gegangen ist. Jedenfalls aber deuten diese Versuche darauf hin, dass der Eingriff in den Organismus als solcher kein der Glykogenbildung schädlicher sein kann. Dies bewies mir zwar schon einer meiner ersten Versuche in klarster Weise.

Versuch Nr. 32. Ein mittelgrosses, normales Kaninchen wird um 7 Uhr gestochen, um $8^{1}/_{2}$ Uhr zeigt der Harn schon starke Zuckerreaktion. Es wird den ganzen Tag über reichlich Zucker injicirt, stetsfort zeigt sich Zucker im Harn, auch Abends 8 Uhr noch. Andern Morgens 8 Uhr ist der Harn zuckerfrei. Jetzt wird das Thier wieder gestochen. Um 9 Uhr erscheint bereits wieder Harnzucker. Den ganzen Tag wird wieder reichlich Zucker injicirt. Am 3. Tag bleibt die Zuckerausfuhr aus. Es werden noch 9, 11, 2 Uhr Zuckerinjektionen gegeben und das Thier um 4 Uhr getödtet. (Es war durch starke Diarrhöen sehr matt geworden.) Zu meiner Ueberraschung zeigte sich jetzt noch ein Glykogengehalt der Leber von 0,87 grm.

Also *trotzdem Hunger* — denn das Thier hatte ausser den Injectionen 3 Tage Nichts bekommen — *und Zuckerstich eingewirkt hatten, trat doch noch reichliche Glykogenbildung nach Zuckerzufuhr ein.*

Weitere Versuche aber zeigten, dass auch zur Zeit der Wirksamkeit des Stiches Glykogenbildung wirklich

stattfindet. Damit jene gewiss sicher ausreichen würde, wurden die Thiere noch ein zweites Mal gestochen.

Versuch Nr. 33. Ein kräftiges Kaninchen von 5½ Hungertagen wird Morgens 6 Uhr gestochen und Probelösung injicirt. Um 7.30 enthält der Harn reichlich Zucker. Es wird nun weiter Zuckerlösung von 40% um 8, 10, 12 Uhr injicirt, um 2 Uhr nochmals gestochen, um 2, 4, 6 Uhr wieder injicirt, um 7 Uhr der Versuch beendet. Man findet 0,314 grm. Glykogen in der Leber, keines in andern Organen. Die Stiche trafen beide den Boden des 4. Ventrikels.

Versuch Nr. 34. Ein mittelgrosses Kaninchen von 5 Hungertagen wird Morgens 7 Uhr gestochen, Probelösung injicirt, um 8.30 enthält der Harn noch keinen Zucker, nun wird nochmals gestochen, worauf der Harn um 10 Uhr reichlich Zucker zeigt. Jetzt werden um 10, 12, 2, 3 Uhr je 30 ccm. 40%iger Lösung injicirt, um 5 Uhr die Leber untersucht, sie enthält 0,07 grm. Glykogen.

Versuch Nr. 35. Ein kräftiges Kaninchen von 5 Hungertagen wird um 7 Uhr gestochen und injicirt. Um 8 Uhr findet sich schon Zucker im Harn. Um 12 Uhr wird es wieder gestochen und die Injectionen (je 30 ccm. 30%iger Zuckerlösung) finden 8, 10, 12, 2 Uhr statt. Um 4 Uhr wird es getödtet, es finden sich deutliche, aber nicht wägbare Spuren Glykogen.

Versuch Nr. 36. Ein kleineres Kaninchen wird nach 4½ Hungertagen um 7 Uhr Morgens gestochen und Probelösung injicirt. Um 8 Uhr erscheint schon reichlich Zucker im Harn. Um 8, 10, 12, 2, 4 Uhr werden nun je 30 ccm. 40%ige Lösung injicirt. Um 2 Uhr wurde es nochmals gestochen. Der Versuch wird um 6 Uhr beendet. Der Glykogengehalt der Leber beträgt 0,14 grm., jener der Muskeln Null. Auch hier fanden sich beide Stiche am Boden des vierten Ventrikels.

Also hindert der Zuckerstich die Glykogenbildung nicht, wir haben öfters noch Glykogen in deutlicher, wenn auch geringerer Menge in der Leber hungernder Stichthiere nach Zuckerinjectionen gefunden.

Für die Sicherheit des Stiches aber bürgte die Lage der Verletzung, mehr noch das rasche Erscheinen von Zucker im Harn nach Injection der Probelösung.

Man muss Zucker schon in sehr bedeutender Menge in den Magen normaler Thiere injiciren, bis solcher im Harn erscheint, während diabetische Thiere schon nach weit geringeren Zuckermengen beträchtlichen Zuckergehalt des Harns bekommen. Nachdem man in älterer Zeit eine erleichterte Ausscheidung durch die Nieren, später einen verminderten Zuckerverbrauch im diabetischen Thiere als Erklärung dieser Differenz angenommen hatte, ist man jetzt durch gute Gründe gezwungen, jene Annahmen als schlecht begründet aufzugeben. Vielmehr wird man mit Macht zu einer andern Erklärung gedrängt, die bis jetzt mit keiner Thatsache im Widerspruch steht, wohl aber alle bekannten Erscheinungen in befriedigendster Weise zu erklären vermag.

Der injicirte Zucker erscheint bei Diabetischen im Harn, weil er in der Zeiteinheit in stärkerem Masse wie normal in's Herzblut gelangt.

Diess lässt sich aus einer Beschleunigung des Darm-Leberkreislaufes erklären.

Für die Anhydridbildungstheorie kömmt dazu noch als weitere Möglichkeit eine Funktionsunfähigkeit der Leberzellen, den Zucker in Form von Glykogen zurückzuhalten.

Als dritte Möglichkeit wäre noch der Fall des Zuckerharnens auf Kosten intermediärer Glykogenbildung denkbar, welch letztere nach Zuckerinjectionen sowohl im Sinne der synthetischen als auch anderer Theorien zu Stande

käme. Diesen Fall aber können wir ohne weiteres eliminiren. Für die Theorie der Synthese würde er im Effekt identisch mit der erst erwähnten Möglichkeit. Wollte man sich diese Verhältnisse, so gezwungen es auch wäre, im Sinne einer Ersparnisstheorie deuten, so wird man unten eine schlagende Widerlegung finden (vgl. Versuche 37 und 38).

Unsere Versuche führen uns nun schon zu bestimmteren Vorstellungen über das Wesen des Zuckerstichdiabetes.

Der Glykogengehalt der Leber hungernder Stichthiere nach Zuckerinjection kann unmöglich Restglykogen sein, wir müssen ihn als von den Leberzellen neu produzirt ansehen, dürfen also den umgekehrten Vorgang, die Saccharifizirung des Glykogens nicht wohl in dieselben verlegen.

In der That ist schon von verschiedenen Forschern das Leberblut als Sitz der Fermentirung bezeichnet worden, so von Bernard, Schiff, Pavy, Tiegel und noch in der letzten Zeit hat Naunyn die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme durch weitere Versuche zu stützen gesucht.

Der Fermentgehalt der Leberzellen ist im höchsten Grade streitig; vgl. Tiegel[1]), v. Wittich[2]). Die Fermentwirkung normalen Blutes dagegen hatten schon ältere Versuche (Magendie u. v. A.) dargethan — Kleister, wässrige Glykogenlösung in die Blutbahn gespritzt, bewirkte Zuckerharn — und noch in der neuesten Zeit hat Tiegel[3]) mit Vermeidung einer früher möglichen Fehlerquelle (Glykogen oder Kleister wurden in 0,75 %ger Kochsalzlösung aufgelöst) den Fermentgehalt normalen Blutes bewiesen.

---

[1]) Pflüger's Arch. VI.

[2]) Pflüger's Arch. VII.

[3]) l. c. pag. 264.

Sind die Leberzellen auch im Zuckerstichdiabetes noch funktionsfähig, so gelangen wir nach obiger Ueberlegung ohne Weiteres zur Annahme einer beschleunigten Darm-Lebercirkulation.

Dieselbe steht nicht ohne Analogien. Nebenverletzungen kommen bei Ausführung des Stiches häufig vor. Schon Bernard hat als deren Folge vermehrte Salivation, Lacrimation, meist vermehrte Harnsecretion beobachtet. Beschleunigte Cirkulation in den bezüglichen Drüsen ist constante Begleiterscheinung. Bernard[1]) war dies Grund genug, ein nämliches Verhalten auch für die Leber des Zuckerstichthieres anzunehmen.

Auf die Frage, ob Lähmungs- oder Reizungsdiabetes vorliegt, ist nicht nöthig hier näher einzugehen.

Nimmt man eine Paralyse vasomotorischer Nerven an, so muss sich eine Beschleunigung des Blutlaufs von selbst ergeben, nach Analogie der Versuche über den Effekt der Durchschneidung des Halssympathicus auf die Stromgeschwindigkeit in der Carotis; aber auch für die Reizungstheorie liessen sich leicht Gründe erdenken, die eine solche Annahme gerechtfertigt erscheinen lassen.

Aus diesen drei Sätzen lassen sich nun in der That alle Erscheinungen des Zuckerstichdiabetes auf leichte Weise ableiten. Unsere Annahmen sind die möglichst einfachen.

Wir können die Glykogen-bildende Funktion der Leberzellen, sowie die fermentirende Wirkung des Blutes uns normal vorstellen, es braucht einzig deren Wechselwirkung durch Veränderung des Blutstromes verändert zu sein.

---

[1]) Système nerveux I. 463 u. folgd.
Leçons de phys. expér. I. 339 u. folgd.

Bei beschleunigter Lebercirkulation werden die Leberzellen nicht Zeit haben, den vom Pfortaderblute zugeführten Zucker völlig abzufangen.

Es muss hiebei offenbar gleichgültig sein, woher dieser Zucker stammt, ob er Darm- oder Leberzucker ist.

Denn da auch normales Blut einen gewissen Fermentgehalt besitzt, so muss wohl stets Saccharificirung, des Glykogens der Leberzellen statthaben. Jener neugebildete Leberzucker dürfte aber normal gleich wieder von nächstfolgenden Zellen fixirt, in Glykogen zurückverwandelt werden. Der Bau der Leber wäre einer solchen Annahme äusserst günstig, diese Vorstellung selbst nur eine direkte Consequenz der Anhydridbildungstheorie, ihre spezielle Berechtigung aber dürfte in der einfachen Art liegen, wie sie mehrfache Schwierigkeiten ungezwungen beseitigt.

Dann braucht trotz der Fermentwirkung des Blutes normal die Zuckerausfuhr aus der Leber doch nur unbedeutend zu sein, während sie durch blosse Beschleunigung des Blutstroms leicht auf ein vielfaches steigen muss.

Jetzt ist verständlich, warum nach Zuckerinjectionen bei Diabetesthieren der Glykogengehalt der Leber häufig Null oder doch nur unbeträchtlich ist, aber ebenso, wie er manchmal noch eine ansehnliche Höhe erreichen kann. Bei geringen Mengen Zucker im Pfortaderblut wird derselbe die Leber zu rasch verlassen, erst bei grösserer Concentration wird es ihm möglich werden, in die Leberzellen hineinzudiffundiren, wo er dann Umwandlung in Glykogen erfährt. Dieses Glykogen wird nun aber wieder fermentirt, der resultirende Zucker durch den beschleunigten Kreislauf der Leber rasch entführt, von dem Pfortaderblute aber immer wieder neues Material zur Glykogenbildung zugetragen u. s. f. Von der Energie dieser von

einander unabhängigen, einander entgegenwirkenden Prozesse der Zuckerbildung aus Glykogen und der Glykogenbildung aus Zucker[1]) wird abhängen, wie viel Glykogen am Ende des Versuchs wirklich sich findet. Als einzige Abweichung vom Normalen nehmen wir eine Cirkulationsbeschleunigung in der Leber an, sie genügte, das interessante Bild des Diabetes zu entrollen. Und in der That ist es möglich, schon bestehenden Diabetes durch Herabsetzung dieser Cirkulationsbeschleunigung zu sistiren. Die Angaben von Bernard[2]), Eckhard[3]), Cyon[4]), wonach die Wirkung des Stiches gehemmt wird durch Durchschneidung der n. splanchnici oder des Rückenmarkes oberhalb der Brustanschwellung, finden so eine ungezwungene Erklärung.

Auf direkt experimentellem Wege ist nun bis jetzt gemäss der in der Natur der Sache liegenden Schwierigkeit der Stromlauf der Leber leider noch nicht in Angriff genommen.

Unberührt blieb in dieser Darstellung die Frage nach der Art des Zusammentreffens von dem Ferment des Blutes und dem Glykogen der Leberzellen.

Seit wir im Zuckerstich ein Mittel kennen, die Leber-Darmcirkulation zu beschleunigen, sind wir im Stande, ein Gegenstück zu unsern subcutanen Glycerinversuchen zu liefern.

Wie dort durch Aenderung der Applicationsstelle, so wird hier durch raschern Blutlauf das Glycerin in grossem

---

[1]) vgl. oben pag. 109.

[2]) Système nerveux I. 482. Leç. de phys. expér. I. 382.

[3]) Beiträge zur Anat. und Physiol. IV. pag. 13.

[4]) Bull. de l'acad. impér. St. Petersburg XVI.

Masse dem Einflusse der Leber entzogen. Also ist nach der Theorie einer direkten Umwandlung weniger Material zur Glykogenbildung zu verwenden. Nach der Ersparnisstheorie dagegen ist gerade das im Blute kreisende Glycerin das wirksame Moment. Dessen Menge ist beim diabetischen Thier zum mindesten nicht geringer, es müsste also — denn die Leberzellen haben ihr Vermögen, Glykogen zu bilden, nicht eingebüsst — ein Glykogengehalt der Leber erzielt werden, der den normalen Werthen kaum nachsteht. Doch in Folge des Zuckerstiches tritt auch die Fermentwirkung in erhöhtem Masse hervor, das gebildete resp. ersparte Glykogen müsste sich daher als Zucker im Harne wiederfinden.

Nach synthetischer Ansicht ist danach wenig Zucker im Harn zu vermuthen, wie auch die subcutanen Injectionen nur sehr geringe Mengen Leberglykogen ergaben, nach der Ersparnisstheorie eine Quantität æquivalent der normal gebildeten Glykogenmenge.

Versuch Nr. 37. Zwei Kaninchen von gleicher mittlerer Grösse liess ich 5 Tage hungern, machte dann dem einen (I) Morgens 7 Uhr den Stich. Bevor man Glycerin injicirt, muss man auch sicher sein, den Stich sicher geführt zu haben. Deshalb stach ich (I) um 10 Uhr nochmals. Dann injicirte ich beiden um 10, 12, 2, 4, 6 Uhr je 30 ccm. 12%ige Glycerinlösung. Stündlich wurde der Harn untersucht. In jenem des Stichthieres zeigte sich von 1 Uhr ab ein deutlicher, wenn auch sehr geringer Niederschlag von Kupferoxydul; es hielt derselbe in dieser Höhe bis Ende des Versuches an. Der Harn des Normalthieres (II) zeigte keine Spur von Zucker. In beiden Fällen blieb die Flüssigkeit schön lasurblau, was zuerst Veranlassung gab, die Harne nach angegebener Methode auf Glycerin zu prüfen. So ungenau jenes Verfahren auch sein mag, so ergab sich doch unzweifelhaft in dem Harn (I) beträchtlich mehr Glycerin als in (II).

Um 7 Uhr werden die Thiere getödtet, die Organe auf Glykogen untersucht.

Die Leber des Normalthieres besass 0,812 grm., dessen Muskeln 0,246 grm. Leber und Muskeln des Stichthieres waren glykogenfrei.

Mehrere Einzelversuche mit Glycerininjectionen und Zuckerstich fielen mit gleichem Resultate aus. Stets zeigte sich (die Thiere besassen 5—6 Hungertage) nur eine geringe Menge Zucker im Harn, eine Menge, die jedenfalls in keinem Verhältniss steht zu den unter normalen Bedingungen resultirten Glykogenmengen. Doch hielt die Zuckerausscheidung meist in gleicher Höhe während der ganzen Dauer des Versuches an, was eine, wenn auch geringe Glykogenbildung erschliessen lässt. Dass diese in der That trotz Zuckerstich fortbestehen kann, lehrten ja schon die Versuche mit Zuckerinjectionen. Diese Differenz der gebildeten Glykogenmengen muss sich deutlicher zeigen, wenn die Versuche gleichartiger werden.

Versuch Nr. 38. Zwei gleiche Kaninchen haben 5 Hungertage. Morgens 6 Uhr wird das eine (I) gestochen, um 8 Uhr nochmals. Um 8, 10, 12, 2 Uhr werden je 30 ccm. 12 %iger Glycerinlösung injicirt. Der Harn des Stichthieres enthält von 11 Uhr ab deutliche aber geringe Mengen Zucker. Um 4 Uhr wird dasselbe getödtet. Leber und Muskeln sind frei von Glykogen. Dann wird das Controlthier gestochen, schon um 5 $^1/_2$ Uhr gibt der Harn starke Fällung, die Zuckerausscheidung war um 8 Uhr noch gestiegen, der Nachtharn enthielt auch noch Zucker, nicht mehr der um 8 Uhr des folgenden Tages ausgepresste. Die Leber, jetzt auf Glykogen geprüft, zeigte noch deutliche, allerdings nicht mehr wägbare Mengen. Mit diesem Harn (II) konnte die Gährungsprobe aufs schönste angestellt werden, während sie bei Harn (I) negatives Resultat ergab.

Diese Versuche sprechen deutlich genug.

Nach der Theorie der Synthese müssen sich diese

Erscheinungen voraussagen lassen, die Ersparnisshypothesen aber finden immer grössere Schwierigkeiten, je mehr Thatsachen zur Entscheidung vorgeladen werden.

3. Curarediabetes.

Dock fand nach Curarevergiftung Zuckerinjectionen für die Glykogenbildung unwirksam. Vielmehr trat Zucker nun reichlich in den Harn über. Doch zeigte sich in einem Versuche auch Zuckerharn nach blossen Wasserinjectionen, bei einer Hungerzeit von 5 Tagen. Diesen Zucker wagte Dock nicht von Leberglykogen abzuleiten, dachte vielmehr an andere Quellen, so an Muskelglykogen.

Andere Zuckerbildner im Thierkörper anzunehmen, liegt aber einstweilen kein Grund vor. Wir wissen, dass mit zunehmender Hungerzeit gerade das Glykogen der Leber am längsten sich hält; Weiss fand nach 6 Hungertagen noch ca. 0,1 grm. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch in jenem Versuche Dock's der Harnzucker noch von Restglykogen der Leber abstammte. Das Fehlen von Glykogen am Ende des Versuchs kann nicht befremden, da doch dessen Umwandlung nach Verlauf von 6 Versuchsstunden längst abgelaufen sein wird (vgl. Zuckerstichversuche an nicht völlig glykogenfreien Hungerthieren).

Weitere Versuche mussten die Frage entscheiden.

Versuch Nr. 39. Ein kräftiges Kaninchen mit 5 Hungertagen wird Morgens 10 Uhr curaresirt, alle 2 Stunden Wasser injicirt, allè Stunden die Blase entleert. Erst um 2 Uhr zeigten sich schwache Spuren Zucker, stärkere Reduktion trat um 3 Uhr auf, um 4 Uhr nimmt der Zuckergehalt wieder bis auf Spuren ab und ist um 5 Uhr gänzlich geschwunden. Jetzt werden Leber und Muskeln untersucht, in beiden findet sich keine Spur Glykogen, in der Leber geringe Spuren von Zucker.

Versuch Nr. 40. Ein kräftiges Kaninchen mit 6 Hungertagen wird um 10 Uhr curaresirt, erwacht um 2 Uhr, wird wieder curaresirt. Der Versuch dauert bis 5 Uhr. In der ganzen Versuchszeit zeigte sich keine Spur von Zucker im Harn. Leber und Muskeln sind glykogenfrei.

Sollte der Zuckergehalt des Curareharns nur von Leberglykogen herrühren, so müsste der Effekt der gleiche sein, ob man durch längere Hungerzeit oder durch den Zuckerstich das Glykogen verjage. Durch den Zuckerstich aber musste es möglich sein, die Leber mehrtägiger Hungerkaninchen sicher glykogenfrei zu machen. Zugleich konnte so zu langes Hungern vermieden werden, und war dadurch die Gefahr ausgeschlossen, auch die andern fraglichen Zuckerquellen vielleicht zu erschöpfen.

Versuch Nr. 41. Ein kräftiges Kaninchen von 3 Hungertagen wird Morgens 7 Uhr gestochen. Um 9 Uhr schwache Reduktion, es steigt der Oxydulniederschlag bis 12 Uhr, nimmt dann ab, ist um 3 Uhr verschwunden. Um den Zucker besser auszuwaschen, waren ab und zu Wasserinjectionen gegeben worden. Das Befinden des Thieres war befriedigend, es lag meist ruhig auf der Seite. Andern Tages wird das Thier um 10 Uhr curaresirt, der Versuch bis 5 Uhr ausgedehnt, während der ganzen Zeit fand sich keine Spur Zucker im Harn.

Also bei sicher glykogenfreier Leber macht Curare keinen Diabetes. Der Zuckerstich kann nicht wohl von besonderem Einfluss sein, etwa auf rascheres Versiegen auch anderer Zuckerquellen, denn dann wäre wohl auch bei glykogenfreien Lebern nach Zuckerstich Zuckerharn zu erwarten.

Als Bestätigung können noch weiter folgende Versuche dienen.

Versuch Nr. 42—44. In 3 Versuchen spritzte ich Curarethieren von 6 Hungertagen Glycerin von 12% in den Magen; die Thiere bekamen so im Ganzen ca. 25 grm.

Glycerin. Die Versuche dauerten ca. 8 Stunden. Der Harn enthielt reichlich Glycerin, nur einmal äusserst geringe Mengen Zucker, in den beiden andern Fällen keine Spur. Weder in Leber noch Muskeln fand sich eine Spur Glykogen.

4. Diabetes nach Vergiftung mit Arsen, Antimon, Phosphor.

Saikowsky hat nach langsamer Vergiftung mit diesen Stoffen Fehlen des Leberglykogens[1]), Unwirksamkeit des Zuckerstiches[2]), Ausbleiben des Diabetes nach Curarevergiftung[2]) beobachtet, zugleich starke fettige Degeneration der Leber gefunden[1]). Es war offenbar mit Erkrankung der Leberzellen auch deren glykogenbildende Funktion gestört.

Wie musste sich injicirter Zucker verhalten?

Versuch Nr. 45. Einem mittelgrossen Kaninchen wird 0,006 grm. arsenige Säure 3 Tage durch beigebracht. Dessen Fresslust hatte nach dem 2. Tage bedeutend abgenommen. Der Harn, mehrmals geprüft, enthielt aber keinen Zucker, auch am Morgen des vierten Tages nicht. Nun wurde die Probelösung injicirt. Der Harn nach der ersten Stunde enthält schon einen deutlichen, aber noch schwachen Oxydulniederschlag, der Harn der zweiten Stunde dagegen lieferte solchen in reichlicher Menge. Es wird nun alle zwei Stunden Zuckerlösung (30 ccm. mit 30% Zucker) injicirt, nach 10 Stunden des Versuchs Leber und Muskeln auf Glykogen geprüft, keine Spur davon gefunden; der Harn enthielt aber die ganze Zeit über Zucker.

Versuch Nr. 46. Unter gleichen Bedingungen, wie Nr. 45 angestellt, ergab er ein gleiches Resultat.

Die Lebern beider Versuche waren in mässigem Grade fettig degenerirt.

---

1) Virchow's Arch. Bd. 34.

2) Med. Centralblatt 1865. Nr. 49.

Uebereinstimmung mit diesen Versuchen zeigen die Versuche von W. L. Lehmann[1]). Eine Injection von 10 ccm. 15 %iger Zuckerlösung in eine v. mesenter. liess Zucker im Harn seiner Arsenikthiere erscheinen.

Versuch Nr. 47. Ein kleines Kaninchen wird mit einer kleinen, leider nicht gewogenen Menge Phosphor in Gummiemulsion vergiftet. Die Fresslust des Thieres nahm bald ab. Der Harn, anfangs des dritten Tages untersucht, enthält keinen Zucker; nun wird die Probelösung injicirt, nach 1½ Stunden zeigt derselbe reichlichen Niederschlag von Oxydul bei Anstellung von Trommer's Probe. Bei der Section zeigt sich die Leber in nur geringem Grade fettig entartet.

Zu einer Wiederholung dieses Versuches gebrach es mir leider an Zeit. Sie wäre um so nothwendiger, als derselbe scheinbar in Widerspruch steht zu den Angaben von Schultzen[2]). Dieser findet bei Phosphorvergiftung nach Eingabe von Kohlenhydraten keinen Zucker im Harn. Seine Arbeit war mir unmöglich einzusehen, die Differenz aber dürfte vielleicht einzig auf Verschiedenheit der Concentration beruhen.

5. Diabetes nach länger dauerndem Icterus.

J. Wickham Legg[3]) findet den Diabetesstich unwirksam bei Katzen, deren Gallengang er 5—6 Tage vorher unterbunden.

E. Golowin[4]) berichtet, dass mit Verschluss einer Gallenfistel beim Hunde nach Genuss von Milch oder Zucker Diabetes auftrat, dessen Zuckerausscheidung bis 5% erreichte.

In keinem dieser Fälle liegt nun Grund vor, beschleunigte Resorption in Folge beschleunigter Leber-

---

1) Nach Centralblatt f. med. Wissensch. 1874. Nr. 4.
2) Charité-Annalen XV.
3) Arch. f. exp. Path. 1874. II.
4) Med. Centralblatt 1869. Nr. 52.

Darmcirkulation anzunehmen, wohl aber ist die Glykogenbildung gänzlich unterdrückt. Was ist natürlicher als Auftreten von Zucker im Harn und Unterdrückung der Leberfunktion in einen causalen Zusammenhang zu bringen. Unsere früheren Ueberlegungen zwingen uns geradezu mit Macht dazu.

6. Zwei Krankengeschichten.

Frerichs[1]) berichtet von einem Fall Andral's, wo seiner Meinung nach trotz Obliteration der Pfortader Diabetes bestand — vielleicht gerade desshalb; es wird der Nahrungszucker der Pfortader, die sich jetzt natürlich durch Anastomosen direkt in die v. cava ergiesst, sich nicht anders verhalten können, als experimentell in die Jugularvene injicirter Zucker. —

Tscherinoff[2]) erinnert an einen Fall Münch's. Es existirte bis kurz vor dem Tode eines Diabetikers ein Zuckergehalt des Harns von 6%. Bei der Section waren die Leberzellen auf's höchste atrophirt.

7. Diabetes des Fötus.

Nach Cl. Bernard[3]) ist der Harn des Fötus am stärksten zuckerhaltig gerade zu einer Zeit, wo dessen Leber noch keinen Zucker und noch kein Glykogen enthält. Mit zunehmender Entwicklung der Leber, mit Auftreten von Glykogen in derselben schwinde der Zuckergehalt des Harns.

Jeder dieser Fälle spricht deutlich im Sinne der Lehre von der Anhydridbildung, ihre Gesammtheit muss deren Wahrscheinlichkeit noch mehr erhöhen.

---

[1]) Leberkrankheiten I.
[2]) l. c. [II] p. 129.
[3]) Compt. rend. XLVIII.

8. Kann der Harnzucker nur von Nahrungszucker stammen?

Seit wir Leim ebenfalls als Glykogenbildner kennen, ist eine Steigerung des Harnzuckers im Diabetes nach Leimgenuss verständlich. Darauf dürften die Angaben der Pathologie zu beziehen sein, wonach trotz Enthaltung von Kohlenhydraten bei blosser Fleischfütterung die Zuckerausscheidung in noch beträchtlichem Grade anhält.

Auf Leiminjectionen an einem Zuckerstichthiere mit 5 Hungertagen traten wirklich reichliche Zuckermengen im Harn den ganzen Tag über auf. Weniger stark war dies in zwei andern Versuchen der Fall. Mit diesen Untersuchungen bin ich noch weiter beschäftigt.

Diabetes auf Kosten von Körpereiweiss ist noch nicht bekannt. Die Versuche von Naunyn und Jeanneret[1]) sind weit entfernt, dafür exakten Nachweis zu liefern. Die Wahl des Kohlenoxyds als Mittel Diabetes zu provociren ist nicht recht verständlich. Die Krämpfe, die starken Cirkulationsänderungen, die vermehrte Harnsecretion, eine vielleicht doch nicht ganz ausgeschlossene Temperatursteigerung trüben das Bild zu sehr, als dass man die doch nur geringe Steigerung der Harnstoffausfuhr so unbedenklich auf eine Zuckerbildung aus Eiweiss mit Abspaltung von Harnstoff schieben könnte.

Auf die verschiedensten Eingriffe sahen wir in den Magen eingeführten Zucker mit dem Harn wieder den Körper verlassen. Bei der krystalloiden Natur desselben kann dies verständlich erscheinen, und muss man geradezu

---

[1]) s. Naunyn l. c.

fragen, warum dasselbe nicht auch in normalen Verhältnissen Statt findet. Dort wird eben der resorbirte Zucker des Pfortaderblutes verhindert, in den allgemeinen Kreislauf zu gelangen. Diese Aufgabe kann nur ein Organ zwischen Darm und Herz — die Leber — lösen und dazu könnte sie sich keines bessern Mittels bedienen als der Umwandlung des leicht diffundirbaren Zuckers in dessen Anhydrid — das Glykogen —, einen nicht diffundirbaren Körper.

Sind die Leberzellen irgendwie leistungsunfähig, ist die Glykogenbildung gestört, dann ist für den Zucker die Schranke seines Eintritts ins Herz gefallen und seine Ausscheidung durch die Nieren ist die natürliche Folge.

Die mitgetheilten Versuche sind im physiologischen Laboratorium der Hochschule Zürichs ausgeführt.

Nachschrift.

Während des Drucks dieser Arbeit erschien im neuesten Hefte von Pflüger's Archiv (Heft 6 und 7) ein Aufsatz »über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen« von E. Pflüger, worin in einem Punkte auch unsere Frage berührt wird.

Pflüger entwickelt hier seine Ansichten über thierische Synthese und nimmt solche in allgemeinster Weise an.

In Bezug auf die Glykogenbildung stellt er sich also auf den Standpunkt von Pavy, Tscherinoff, Hermann, Dock und mir. Den Vorgang selbst stellt er sich als

Aetherbildung vor »und nicht, wie einige meinen, als Anhydridbildung«. Unter »Anhydridbildung« versteht man aber hier seit langer Zeit allgemein eben das, was Pflüger will, nämlich Aneinanderlagerung mehrerer Molecule mit Wasseraustritt. (Bei einbasischen Säuren ist gar keine andere Anhydridbildung denkbar, der oft angezogene Vergleich mit der Hippursäurebildung illustrirt deutlich diese Vorstellungen). Sowohl hinsichtlich der Glykogenbildung aus Zucker, als der Synthese von Eiweiss aus Peptonmoleculen sind also Pflüger's Anschauungen durchaus nicht verschieden von denjenigen, welche zuerst Hermann 1868 in seiner Antrittsrede (l. c.) über die allgemeinen Vorgänge bei Verdauung und Assimilation aufgestellt hat und welche seitdem mehrfach planmässig in seinem Laboratorium verfolgt wurden. In jenem Umfange aber, wie Pflüger anzunehmen scheint, hat wahrscheinlich die thierische Synthese nicht Statt. Im organischen Stoffwechsel erfordern wohl nicht nur Reduktionsprozesse Aufwand von Arbeit; allgemein werden bei jeder Synthese Energieänderungen eintreten. Grösse und Richtung derselben sind noch von keinem solchen Prozesse bekannt; gerade diese dürften wesentlich deren Möglichkeit jeweils bedingen. Danach scheint empirische Feststellung jeder einzelnen Synthese zur Zeit noch nothwendig.

Noch mehr war ich bei einer anderen von Pflüger behandelten Frage überrascht, den Namen Hermann's nicht erwähnt zu finden. Aus der Beobachtung, dass Frösche ohne eine Spur von Sauerstoff noch lange fortfahren, Kohlensäure zu bilden, schliesst Pflüger, dass der Lebensprozess nicht in direkter Oxydation, sondern in Dissociation sauerstoffreicher Verbindungen bestehe. Den Keim dieser Ansicht findet er in einem 1869 erschienenen Aufsatze von

Liebig. »Mit wahrhaft prophetischer Genialität deutet letzterer hier die Grundzüge des thierischen Stoffwechsels an, indem er hervorhebt, dass die Bildung der Kohlensäure kein gewöhnlicher Oxydationsprozess, vielmehr eine Spaltung sei.« Nun ist aber bekannt, dass Hermann schon 1867 (in seiner Schrift über Gas- und Stoffwechsel der Muskeln) aus der Thätigkeit und Kohlensäurebildung der Muskeln trotz Abwesenheit von freiem oder locker gebundenem Sauerstoff in ihnen und ihrer Umgebung auf das Klarste die Lehre entwickelt hat, dass das Substrat der Muskelarbeit nicht Oxydation, sondern Spaltung einer komplizirten Substanz ist, dass bei dieser Spaltung Kohlensäure frei und Arbeit geleistet wird, wie bei der Alkoholgährung des Zuckers, dass die Geschwindigkeit dieser Prozesse in hohem Grade von der Temperatur bedingt ist und dass von diesem Kohlensäure-bildenden Prozess zeitlich vollständig getrennt ist der Akt der Sauerstoffaufnahme, bei welchem die Synthese jener komplizirten Substanz erfolgt, die etwa Pflüger's »lebendigem Eiweiss« entsprechen würde.

Berichtigung.

Die Formel auf pag. 85 ist unrichtig, sie muss auf folgende Weise umstellt werden:

Nach Analogien der Aussenwelt erwartet:	vom Thiere ausgeschieden:
$C_6H_4 \begin{matrix} C_2H_4\,CO\,OH \\ CH_3 \end{matrix}$	$C_6H_4 \begin{matrix} C_3H_7 \\ CO\,OH \end{matrix}$

Mittheilung über eine von dem verstorbenen Prof. J. J. Müller begonnene Untersuchung über den Einfluss von Isolatoren auf elektrodynamische Fernwirkung.

Von

Dr. **A. Kleiner.**

I.

Professor J. J. Müller war im letzten Vierteljahr vor seinem Tode mit der experimentellen Untersuchung über den Einfluss von Isolatoren auf die Induction beschäftigt, aus der er herausgerissen wurde, als sich eben sichere Resultate zu zeigen anfingen; er theilte dieselben noch während der Krankheit Herrn Prof. Dr. Fiedler bei dessen letztem Besuch in folgenden Worten[1]) mit:

1) »Isolirende Medien üben auf die Stärke der Induction den entgegengesetzten Einfluss aus, wie der inducirte Magnetismus der Leiter.«

2) »Statische Electricität, auf Isolatoren angehäuft, übt einen Einfluss auf die Stärke der Induction aus.« Er fügte hinzu: »Beides mit grosser Wahrscheinlichkeit.«

Die Bedeutung der vorliegenden Frage, sowohl für die Theorie der Induction, als im Weitern für unsere Anschauung über die Natur der Electricität, ist einleuchtend; und weil der Verstorbene mit so grosser Energie sich der Aufgabe widmete und mit Zuversicht aus den bisherigen

---

[1]) Siehe das Protokoll der Sitzung vom 1. Februar a. c.

Versuchen auf positive Resultate schliessen zu können glaubte, so halten wir es für unsere Pflicht, hier die Versuchsmethode und die bisherigen Resultate mitzutheilen.

Die Versuche beabsichtigen eine Parallele zu finden zu dem Einfluss von Isolatoren auf die Fernwirkung von statischer Electricität, den Erscheinungen der Dielectricität; es fragt sich also, ob dilectrische Körper[1]) nicht auch auf die Fernwirkung der dynamischen Electricität einen Einfluss haben; ein solcher ist bis jetzt nicht experimentell erwiesen[2]); es lässt sich aber a priori ein Einfluss erwarten, wenn man bedenkt, dass der im Isolator erzeugte Diamagnetismus den entgegengesetzten Einfluss haben wird auf die Induction wie der Magnetismus eines leitenden Mediums, zufolge der entgegengesetzten Polarität; in dieser Beziehung würden die Versuche eine Ergänzung bilden zu den Versuchen Webers mit den Wismuthstäben; es wäre eine neue Parallele gegeben zwischen Magnetismus und Diamagnetismus. Es fragt sich aber — und darauf ging Müller hauptsächlich aus — ob sich nicht noch eine weitere Abhängigkeit der Induction vom isolirenden Medium

---

[1]) In den erwähnten Sätzen wird der Ausdruck Isolatoren gebraucht, wohl mit einer allgemeinern Auffassung für „dielectrische Körper". In der That wurden bei den Versuchen Substanzen von möglichst grosser Dielectricitätsconstante verwendet, Schwefel und Paraffin, die in genügender Quantität verwendbar sind.

[2]) Während des Drucks dieser Mittheilung ist im „Philosophical Magazin," März, eine Abhandlung von Töpler „On the Experimental Determination of Diamagnetism by its Electrical Inductive Action" erschienen, die den Einfluss ganz nach der Methode, wie Müller sie anwandte, zu eruiren sucht. Aus der Stellung des Thema's in unserer Ueberschrift. welche aus dem Nachlass Müller's entnommen ist, geht hervor, dass der Ausgangspunkt seiner Arbeit ein wesentlich allgemeinerer war als der der Arbeit von Töpler.

ergebe, die im Sinne der Marwell'schen Theorie den Versuchen ein erhöhtes Interesse gäbe[3]).

Ueber die Verknüpfung der Versuchsresultate mit theoretischen Speculationen dieser Art, die dem Verstorbenen offenbar vorschwebten und welche wahrscheinlich die Veranlassung zur Untersuchung gewesen, liegen indessen keine weitern Data vor.

II.

Der erste der beiden Sätze bildet eine Antithese zu der Thatsache, dass ein weicher Eisenkern, in eine Inductionsrolle gebracht, die Intensität der Inductionsströme verstärkt, eine Hülse weichen Eisens, über dieselbe Rolle geschoben, sie schwächt. In den zu beschreibenden Versuchen trat daher einfach an die Stelle des weichen Eisens die isolirende Substanz, ein massiver und ein hohler Schwefelcylinder.

Da nur kleine Aenderungen der Stärke der Inductionsströme zu erwarten waren, so mussten die Ströme selbst möglichst stark gemacht werden; die Messung der Stromstärke am Galvanometer musste aber, um genaue Beobachtung und grosse Empfindlichkeit zu erlauben, so eingerichtet werden, dass nur kleine Ausschläge zu beobachten waren. Diesen beiden Bedingungen wurde durch folgende Compensationsmethode genügt, wie sie schon von Dove in dem Differentialinductor zu feinen Messungen angewandt wurde.

Der inducirende Strom durchlief zwei neben einander liegende Drahtrollen in entgegengesetztem Sinne; die in

---

[1]) Eine ähnliche Frage ist untersucht von Schiller, „Pogg. Ann." 152, 4, pag. 563, ohne Erfolg, und die Möglichkeit solcher Einflüsse dielectrischer Medien wurde erörtert von Helmholtz, „Sitzungsberichte der Berliner Akademie" 1871.

zwei innern Inductionsrollen entstehenden Inductionsströme hatten daher entgegengesetzte Richtung und konnte ihre Stärke durch Verschieben der innern gegen die äussere Rolle leicht so gewählt werden, dass sich die Wirkungen derselben auf die Galvanometernadel gerade aufhoben. Wurde die Stärke des einen derselben nun verändert, so war das Gleichgewicht aufgehoben und der jetzt erfolgende Ausschlag gab direkt die Aenderung der Stromstärke an. Bei nicht vollkommener Compensation wurde die Differenz der Ausschläge beobachtet, die mit und ohne Einfluss der isolirenden Substanz sich zeigten.

Vorläufige Versuche, bei welchen Rollen von bloss ein paar hundert Windungen verwendet wurden und der inducirende Strom von 4 Chromsäureelementen kam, liessen am Wiedemann'schen Galvanometer keine Aenderung der Stärke des Inductionsstroms erkennen, wenn in die eine Inductionsrolle und gleichzeitig über die andere Schwefel- oder Paraffincylinder geschoben wurden. Es wurden freilich dabei auch bloss einzelne Oeffnungs- und Schliessungsinductionsschläge benutzt.

Die gesuchten Wirkungen waren also noch zu schwach, um beobachtet werden zu können; die Empfindlichkeit des Apparates konnte durch drei Mittel verstärkt werden, die sämmtlich nacheinander versucht wurden: Durch Anwendung stärkerer Inductionsströme, also stärkerer inducirender Ströme und grösserer Rollen — dann durch die Steigerung der Empfindlichkeit des Galvanometers — und endlich durch Anwendung irgend einer Multiplicationsmethode bei Bestimmung der Stärke der Inductionsströme am Galvanometer. Der Dove'sche Disjunctor z. B., der Inductionsströme von gleicher Richtung anwenden lässt, hätte grossere und zugleich stationäre Ausschläge ergeben müssen.

III.

Es wurde nun als Inductionsapparat der elektro-magnetische Apparat von Ruhmkorff benutzt, der zu Versuchen über Diamagnetismus und über die Drehung der Polarisationsebene des Lichts durch Kreisströme eingerichtet ist. In die Höhlung der Magnete wurden Inductionsrollen von zusammen 13,000 Windungen feinen Drahts gelegt; in die eine derselben konnte ein dünner Schwefelstab gelegt werden. Der inducirende Strom kam von 15 Bunsen'schen Elementen, einigemal von 50.

Der Apparat wurde zuerst so aufgestellt, dass die beiden Magnete mit den Rollen für sich eine möglichst geringe Ablenkung der Galvanometernadel bewirkten; es war dies erreicht, wenn die Axe der Hohlmagnete annähernd senkrecht stand zur Verbindungslinie von Inductionsapparat und Galvanometer. Auf vollständige Compensation wurde verzichtet; es wurden also die Ausschläge beobachtet, welche durch Ueberwiegen der stärkern Rolle erfolgten, mit und ohne Schwefelkern in derselben.

Das Galvanometer war ein empfindliches Wiedemann'sches mit guter Dämpfung. Es findet sich über diese Versuche noch folgendes Protokoll:

Ablenkung durch die Magnete: 2 Scalenth.

	Ablesungen.	Differenz.	
1) mit Schwefel	328,5 — 360	31,5	31,5
	330,5 — 299	31,5	
	328,6 — 360	31,4	
	330,5 — 299	31,5	
2) ohne Schwefel	329,5 — 361,5	32	31,2
	331,5 — 300,5	31	
	330 — 361	31	
	331,3 — 300,3	31	

	329,3	—	360,7	31,4	31,2
	330	—	361	31	
	329,3	—	360,7	31,4	
	331	—	360	31	
3) mit Schwefel	329,3	—	360	30,7	30,8
	331	—	300,5	30,5	
	330	—	361	31	
	331	—	360,8	30,8	
	330,3	—	361,7	31,4	
	332	—	301,5	30,5	
4) ohne Schwefel	330,3	—	361,5	31,2	31,4
	332	—	300,7	31,3	
	330,3	—	361,5	31,2	
	331,3	—	300,5	30,8	

Aus den drei letzten Versuchsreihen scheint hervorzugehen, dass der Ausschlag grösser war, wenn kein Schwefelkern eingeschoben war. Dies wäre im Sinn einer Verminderung der Stärke des betreffenden Inductionsstromes durch den Schwefel zu deuten, wenn letzterer in diejenige Rolle eingeschoben war, welche ursprünglich den schwächern Strom gab; der durch das Ueberwiegen der andern Rolle bedingte Ausschlag musste dann stärker werden. Dies scheint der Fall gewesen zu sein.

Der Strom wurde einige Male aus Rücksicht auf die Electromagnete gewechselt.

Die Aenderungen der Stromstärke waren jedenfalls klein gegenüber den zufälligen Aenderungen, welche die Ruhelage der Galvanometernadel zeigte und erfolgten nicht immer im gleichen Sinne; es wäre desshalb aus den Resultaten keine Ermuthigung zur Fortsetzung der Versuche zu ziehen gewesen, wenn es sich nicht gezeigt hätte, dass

die verwendeten Inductionsströme, einzeln für sich geprüft, sehr schwache waren, vielleicht noch schwächer, als in den Vorversuchen. Eine oberflächliche Prüfung ergab, dass die Inductionswirkung im Innern des Rhumkorff'schen Apparats viel schwächer war, als ausserhalb.

Die Ursache der Schwächung der inducirenden Wirkung des doch ziemlich starken Stroms fand Müller in den Hohlmagneten, an deren Hohlfläche die elementaren Kreisströme eine dem inducirenden Strom entgegengesetzte Richtung haben, so dass sie denselben nahezu compensiren.

Der betreffende Apparat ist daher nicht mit Vortheil zu benutzen in Fällen, wo es sich um starke inducirende Wirkungen handelt[1]).

Da die Magnete nicht entfernt werden honnten, wurde der Apparat verworfen und schliesslich folgende Zusammenstellung gemacht und beibehalten:

IV.

Als inducirende Rollen dienten 4 grosse Drahtrollen von einem sehr grossen Electromagnet, die zu 2 Säulen zusammengestellt wurden (vrgl. Fig. 1 u. 2, R.). Der äussere Durchmesser derselben betrug 250 ^{mm}, die Höhe beider zusammen 450 ^{mm}. Sie hatten eine innere Höhlung von 90 ^{mm} Durchmesser. In diese Höhlung wurden die Inductionsrollen (Fig. 1 u. 2, J.) gestellt, die einen äussern Durchmesser von 60 ^{mm} und einen innern von 27 ^{mm} hatten.

---

[1]) Dies beiläufige Versuchsresultat ist weiterer Prüfung werth. Nach Faraday verstärken dünne Eisenröhren die Drehung der Polarisationsebene einer Substanz, dicke vermindern sie; der erwähnte Ruhmkorff'sche Apparat ist daher auch für die Untersuchung der Drehung der Polarisationsebene in Flüssigkeiten nicht günstig eingerichtet.

Die Zahl der Windungen jeder derselben war ziemlich genau 10000. Zwischen die grosse inducirende Rolle und die Inductionsrolle konnte ein hohler Schwefelcylinder (Fig. 1, 2, S) mit den Radien 90 und 60^{mm} gebracht werden. während gleichzeitig in das Innere der andern Inductionsrolle ein massiver Schwefelstab gestellt werden konnte. Um die Rollen möglichst genau in einer einmal angenommenen Stellung zu fixiren, war die Fig. 1 angegebene Einrichtung getroffen: Diejenige Inductionsrolle, um welche herum der Hohlcylinder von Schwefel gelegt werden sollte, war fixirt durch einen centralen Holzcylinder, dessen oberes Ende durch Schrauben befestigt war; durch eine Sperrschraube konnte die Inductionsrolle vollkommen fest um diesen Stab geschoben werden. Diese Vorsichtsmassregel war nothwendig, weil bei der sehr grossen Empfindlichkeit des Galvanometers die kleinste Verschiebung der Inductionsrolle eine Aenderung der Stärke der Inductionsströme hervorrufen konnte, die vergleichbar war mit der zu suchenden, vom Einfluss des isolirenden Mediums herrührenden. Die andere Inductionsrolle, deren Inneres die massive Schwefelstange aufnehmen sollte, wurde am Boden durch eine Versenkung, oben durch einen Messingring fixirt; letzterer konnte mit sammt der Rolle durch einen grössern äusseren Ring auf Stellschrauben gehoben und gesenkt und es konnte dadurch im Anfang einer Versuchsreihe die Wirkung dieser Inductionsrolle mit grosser Annäherung gleich der der andern gemacht werden. Durch Regulirung der Schrauben konnte man die Compensation beliebig weit treiben.

Die Zuleitungsdrähte zu diesem Inductionsapparate wurden, da die kleinste Verschiebung derselben sich am Galvanometer bemerklich machte, in paralleler Richtung

am Boden befestigt und in derselben Weise die Leitungsdrähte der Inductionsströme zum Galvanometer geführt.

Starke inducirende Ströme konnten nicht gebraucht werden, weil die Contactstellen sonst verbrannten und so keine vergleichbaren Inductionsströme erhalten wurden. Es wurden desswegen bloss 15 Bunsen'sche Elemente verwendet.

Eine directe constante Einwirkung des Hauptstromes in den Zuleitungsdrähten, den grossen Rollen und der in der Küche nebenan befindlichen Batterie auf das Galvanometer wurde dadurch paralysirt, dass der Strom durch einen Wheatstone'schen Rheostaten in die Nähe des Galvanometers (W, Fig. 2) geschickt wurde, ehe er durch die inducirende Rolle ging. Die Stellung und die Anzahl der wirksamen Windungen im Rheostaten konnte mit grosser Sicherheit und Feinheit so regulirt werden, dass die Fernwirkung derselben auf das Galvanometer die Summe der erwähnten übrigen directen Einflüsse aufhob, so dass also auf das Galvanometer bloss die Inductionsströme wirkten. (Die Zusammenstellung der Apparate zeigt schematisch dargestellt Fig. 2, Ansicht von oben).

Um das Galvanometer empfindlicher zu machen, wurde die dämpfende Kupferkapsel weggenommen und dafür der Magnet durch beidseitig angebrachte Papierscheiben abgeschlossen; dadurch wurde zugleich ermöglicht, bie beiden Drahtrollen des Galvanometers möglichst nahe an den Ringmagnet zu schieben. Da eine Dämpfung nicht wohl zu entbehren war, so wurden in der Axe der Galvanometerrollen in einiger Distanz zwei andere Rollen (rr') aufgestellt, durch welche vom Beobachtungsort aus in entgegengesetzten Richtungen von 2 besondern Elementen (E, Fig. 2) Ströme geschickt werden konnten. Nach gemachter Be-

obachtung wurden durch Schliessen des einen Stroms die Schwingungen nach rechts, durch Schliessen des andern diejenigen nach links geschwächt, so dass eine ziemlich wirksame Dämpfung hergestellt war.

Anfänglich wurden wieder nur einzelne Oeffnungs- und Schliessungs-Inductionsschläge benutzt. Das Oeffnen und Schliessen geschah mittelst eines Telegraphentasters mit Platincontacten. Um die Wirkungen zu vergrössern, wurde schliesslich immer die Umlegemethode angewandt[1]); es wurde 6 mal nach einander in Uebereinstimmung mit der Schwingungsdauer der Galvanometernadel geschlossen und geöffnet und die letzten Ausschläge abgelesen. Andere Methoden, die Wirkungen zu multipliciren, erwiesen sich nicht als praktisch. Bei allen Interruptoren waren die verschiedenen Contacte zu ungleich oder wurden sehr bald durch die starken Ströme verdorben, so dass es nicht gelang, stationäre Ablenkungen zu erhalten[2]).

Die Distanz des Fernrohrs vom Spiegel betrug circa 3 Meter.

Ueber diese Versuche finden sich folgende Tabellen vor:

	Ausschl.		Diff.	
Schwefel	313,8 — 300,5		13,2	12,1
	318,8 — 302		11,8	
	313,9 — 302,5		11,4	

[1]) Vgl. Weber, electrodyn. Maassbest. p. II, p. 346.

[2]) Ein von Müller eigens zu diesem Zwecke bestellter Interruptor mit Quecksilbercontacten, der durch die Helmholtz'sche electromagnetische Rotationsmaschine mit constanter Geschwindigkeit getrieben werden sollte, ist seither eingetroffen; es ist indessen auch mit diesem bis jetzt noch nicht vollständig gelungen, stationäre Ausschläge zu erhalten.

Ohne Schwefel	313,8	—	301	12,8	
	314	—	302,5	11,5	12
	313,7	—	302	11,7	
Schwefel	313,8	—	301	12,8	
	313,7	—	301	12,7	12,9
	313,7	—	300,5	13,2	
	314,3	—	301,3	13	
	314,3	—	302	12,3	12,3
	314,3	—	302,8	11,5	
Schwefel	314,5	—	300	14,5	
	314,6	—	300	14,6	14,4
	314,7	—	300,5	14,2	
Ohne Schwefel	314,5	—	301	13,5	
	314,7	—	301	13,7	13,1
	314,7	—	302,5	12,2	
Schwefel	314,8	—	302	12,8	
	315,1	—	301,5	13,6	12,9?
	315,2	—	302,8	12,4	
Ohne Schwefel	315,4	—	301,5	13,9	
	315,5	—	302	13,5	13,8
	315,4	—	301,3	14,1	
	315,6	—	302	13,6	
	315,9	—	302,3	13,6	13,9
	315,9	—	301,5	14,4	

Da nach einer Notiz in diesen Versuchen der Ausschlag bewirkt wurde durch Ueberwiegen der Induction in derjenigen Rolle, die nachher mit dem Schwefelcylinder umgeben wurde, so hatte letzterer nach obiger Tabelle

eine Verstärkung zur Folge, in Uebereinstimmung mit Satz 1.

Weiter findet sich folgende Serie:

Schwefel	300,9 — 347	46,1		
	300,8 — 343	42,2		44,4
	300,7 — 345,5	44,8		
Ohne Schwefel	300,7 — 348 ?			
	299,8 — 341,8	42		
	299,2 — 343,3	44,1		42,7
	298,9 — 341	42,1		
Schwefel	298,5 — 342	43,5		
	298,8 — 341	42,2		43,2
	298,7 — 342,5	43,8		
Ohne Schwefel	298,3 — 342,3	44,0		
	298,3 — 338	39,7		41,8
	298,3 — 340	41,7		
Schwefel	298,7 — 340	41,3		
	298,7 — 340,8	42,1		41,6
	298,7 — 340	41,3		
Ohne Schwefel	299,2 — 342,5	43,3		
	299,2 — 341,3	42,1		42,7
	299,7 — 342,3	42,6		
Schwefel	299,7 — 345	45,3		
	299,8 — 342,3	42,5		43,3
	299,7 — 341,9	42,2		
Ohne Schwefel	299,8 — 341,3	41,5		
	299,7 — 344	44,3		43,1
	299,7 — 343,3	43,6		

Auch aus dieser Versuchsreihe ergibt sich dasselbe Resultat, es wurde 6 mal geöffnet und geschlossen, ehe abgelesen wurde.

Unter Anwendung beider Schwefelmassen und unter übrigens denselben Umständen ergaben sich folgende Resultate:

Ohne Schwefel	301	—	324	23	
	300	—	322	22	
	299,5	—	321,5	22	22,2
	298	—	320,8	22,8	
	298,8	—	320	21,2	
2 Schwefel	293,3	—	316	22,7	
	292,7	—	316,5	23,8	
	292,8	—	318	25,2	23,7
	293	—	318	25	
	293,5	—	315,5	22	
Ohne Schwefel	295,8	—	319	23,2	
	296,7	—	319,9	23,2	
	297	—	319,8	22,8	22,8
	297,2	—	320,2	23,0	
	297,3	—	320	22,7	
2 Schwefel	296,8	—	319,3	22,5	
	296,3	—	318	21,7	
	295,3	—	319	23,7	22,5
	294,8	—	317,8	23,0	
	295	—	316,5	21,5	
Ohne Schwefel	294	—	316	22	
	294,3	—	317	22,7	
	293,5	—	316	22,5	22,5
	292,8	—	315,8	23,0	
	292	—	314,5	22,5	

2 Schwefel	293	—	317	24	
	294,8	—	318	23,2	
	294,7	—	317	22,3	22,9
	295,3	—	317	21,7	
	296	—	319,5	23,5	
Ohne Schwefel	299,3	—	321	21,7	
	299,6	—	323	23,4	
	298,6	—	322	23,4	23,0
	298,2	—	321,7	23,5	
	297,5	—	320,3	22,8	

Nach Notizen über das ursprüngliche Stärkeverhältniss der Inductionsströme der beiden Rollen ist zu schliessen, dass die Wirkung des Isolators dem Satz 1 entsprach. Ebenso in einer letzten Folge von Versuchsreihen:

	308,4	—	332,2	23,8	
	306,5	—	333,5	27,0	
	306,4	—	334	27,6	26,4
	306,8	—	334	27,2	
	307	—	333	26	
	307	—	334	27	
2 Schwefel	309,2	—	336	26,8	
	307,5	—	335	27,5	
	307,7	—	338	25,3	
	307	—	334	27	26,7
	307,2	—	333	25,8	
	306,8	—	333,5	26,7	
	308,8	—	335	26,2	
	308,8	—	335,5	26,7	
	309,3	—	337 ?		
	309	—	334	25	25,6
	309,2	—	334	24,8	
	308,8	—	334	25,2	
	308	—	334	26	

2 Schwefel	307,3	—	333	25,7	25,3
	307,2	—	331	23,8	
	307,2	—	331,8	24,6	
	307,7	—	332,8	25,1	
	307,2	—	333,5	26,3	
	306	—	332,3	26,3	
	301	—	328,5	27,5	26,4
	301	—	327,8	26,8	
	301,8	—	327,2	25,4	
	301,8	—	327,5	25,7	
E Schwefel	299,7	—	326	26,3	25,6
	300	—	325	25	
	300	—	326	26	
	300	—	325	25	
	295,5	—	322,3	26,8	26,9
	295,2	—	322,3	27,1	
	295,1	—	322	26,9	
	294,8	—	321,8	27,0	

Die zweitletzte Versuchsreihe, bei welcher E S notirt steht, bezieht sich auf einen Versuch mit electrisirtem Schwefel. Aus den Tabellen hatte sich mehrmals gezeigt, dass Differenzen im Sinne von Satz 1 im Laufe der Versuche abnahmen und zuletzt ganz verschwanden, und Müller fragte sich, ob nicht die Versuchsresultate so zu deuten seien, dass die beobachteten Differenzen zum Theil daher rühren, dass beim Einschieben des grossen Schwefelcylinders derselbe durch die Reibung an den Wänden mit Electricität beladen werde, die im Verlauf der Versuche sich verlor. Darauf gerichtete Versuche — die letzten, die Müller machte — ergaben, dass das Galvanometer andere Ausschläge zeigte, wenn der Schwefel-

cylinder möglichst stark electrisirt eingeschoben war, als wenn er möglichst entladen war. Es liegen darüber keine Zahlenreihen mehr vor; Müller hatte in der letzten Stunde, in der er im Laboratorium war, die betreffende Vermuthung gefasst, aus einigen vorläufigen Versuchen einige Wahrscheinlichkeit für dieselbe geschlossen und hatte vor, sie am andern Tag genauer zu prüfen. — Da erkrankte er plötzlich.

Der erste Satz dagegen scheint trotz der kleinen Differenzen mit ziemlicher Sicherheit als erwiesen angenommen werden zu können, weil dieselben immer im gleichen Sinne sich zeigten. Nachträgliche Versuche, die ich selber anstellte, ergaben ebenfalls immer dasselbe Resultat. Vielleicht würden die betreffenden Differenzen grösser bei bestimmten Dimensionen der Isolatoren, analog wie nach Faraday der Einfluss leitender Medien bei dicken Röhren ein anderer ist als für dünnere. Höchst wahrscheinlich wurde aber der Einfluss des Schwefels theilweise verdeckt wegen nicht vollkommener chemischer Reinheit desselben. Bedenkt man, dass nach Weber magnetische und diamagnetische Kräfte zwischen Eisen und Wismuth sich verhalten wie 1470000 : 1, so ist begreiflich, dass ganz kleine Quantitäten magnetisirbaren Stoffes im Schwefel den Einfluss desselben zu verdecken im Stande waren. Auch diese Fehlerquelle wollte Müller beseitigen.

Der Verfasser war bei den Versuchen als Assistent meistens zugegen und hat deswegen diesen Bericht und dessen Verantwortung übernommen.

Eine Aufführung der veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten J. J. Müller's nach der Zeitfolge ihres Erscheinens wird hier am Platze und, wie wir hoffen, vielseitig willkommen sein.

Die erste veröffentlichte Arbeit stammt aus Müller's Studienzeit in der medicinischen Facultät in Zürich und scheint aus Stipendiatenarbeiten vom Frühjahr 1866 und Frühjahr 1867 entstanden zu sein, die ich unter den Papieren gefunden habe „Ueber das Verhältniss der Begriffe: Convexlinse und Sammellinse, Concavlinse und Zerstreuungslinse", und „Ueber gewisse Eigenthümlichkeiten einiger besonderen Arten von Linsensystemen." Sie ist überschrieben:

I. Zur Dioptrik der Linse; von Jacob Müller, stud. med. in Zürich und steht im 130. Bd. von „Poggendorff's Annalen" pag. 100—118. Darauf folgt die seinem Lehrer und Freunde Prof. Adolf Fick gewidmete Inaugural-Dissertation

II. Untersuchungen über den Drehpunkt des menschlichen Auges. Zürich, 1868. 24 S. 4to. Mit zwei lithogr. Tafeln.

Unter den ihr angehängten Thesen steht: 1) Es gibt weder Materie noch Kraft. 2) Die Bildung der Gesichtswahrnehmungen liefert directe Beweise dafür, dass das, was man Muskelgefühl nannte, nichts anderes ist als die Kenntniss der zu den Muskeln gesandten Willensimpulse. 6) Die „allgemeine Bildung" des Menschen sollte das Verständniss der mechanischen Wärmetheorie in sich schliessen. Wie die letzte Thesis, so bezeugte auch die gehaltene „Prælectio: „Ueber ein neues Princip zur Bestimmung der Ladungszeit electrischer Leiter u. der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Processe" die entschiedene Hinneigung des jungen Gelehrten zur Physik. Auch diese Inaugural-Vorlesung habe ich als gehalten am 8. Juli 1868 unter den Papieren vorgefunden.

Die Dissertation ist wieder abgedruckt worden im 14. Bd. des „Archiv für Ophthalmologie" pag. 183—218. Mit zwei Tafeln.

An sie schliesst sich an die Abhandlung

III. Ueber die Entstehung unserer Gesichts-

wahrnehmungen im 53 Bd. der „Zeitschrift für Philosophie und philos. Kritik“ von Fichte, Ulrici und Wirth; pag. 69—123.

Gewissermassen die gründliche Durchführung der vorerwähnten These 2). Der Verfasser sagt in einer Schlussnote, dass er auf die specielle Anregung der Herren Prof. Fick und Kym sich zur Veröffentlichung entschlossen. Die Abhandlung ist wohl entstanden aus einem Vortrage, den M. als Assistent des physiologischen Laboratoriums in Zürich im Mediciner Kränzchen im Januar 1868 gehalten hat. Unter dem Titel „Ueber den motorischen Zusammenhang der Augen“ finde ich die Niederschrift desselben unter den Papieren. Demselben war im Winter 1866/67 ebendort ein Vortrag „Ueber die Retina“ vorausgegangen, dessen Entwurf auch noch vorhanden ist.

Aus der Zeit seiner Assistenz am hiesigen physiologischen Laboratorium haben wir sodann die Arbeit

IV. Ueber die Abhängigkeit der negativen Schwankung des Nervenstromes von der Intensität des erregenden elektrischen Stromes. In den „Untersuchungen a. d. Zürcher physiol. Laboratorium“ I. pag. 98—128. Mit 1 lith. Tafel.

Unter den Papieren fand ich dat. 11. Juni 1869, Heidelberg, einen druckfertig ausgearbeiteten Satz über das Galvanometer; veröffentlicht ist derselbe wohl nicht. Es folgten

V. Ueber die Athmung in der Lunge. Aus dem physiologischen Institute in Leipzig, der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 1. Juli 1869. Gedruckt in den Berichten der Math-phys. Classe von 1869, pag. 149—188. Mit Figuren im Text.

VI. Zur Theorie der Farben. Dat. Winterthur, Aug. 1869. Gedruckt im 15. Bd. des „Archiv für Ophthalmologie“, pag. 208—258. Mit 1 lith. Tafel. Mit Berichtigung zahlreicher Druckfehler wiederholt im Bd. 139 pg. 411—431 und pg. 593—613 von „Poggendorff's Annalen“, Man sieht aus der Abhandlung, dass Müller sich damals mit Riemann's u. Helmholtz's Arbeiten „Ueber die Hypothesen (resp. Thatsachen), welche der Geometrie zu Grunde liegen“, beschäftigte, was die Papiere gleichfalls bestätigen. Sodann

VII. Ueber elastische Schwingungen. Dat. Leipzig, März 1870. In „Berichte der math. phys. Classe der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften". 1870, pg. 1—3. Wieder abgedruckt in „Poggendorff's Annalen", Bd. 140, pg. 305—308.

Am 15. Januar 1870 hatte M. seine Probevorlesung bei der Habilitation in Leipzig gehalten; auch sie habe ich unter den Papieren vorgefunden.

VIII. Ueber eine neue Ableitung des Hauptsatzes der Psychophysik. Dat. Leipzig, im December 1870. Gedruckt in „Berichte etc." 1870, pg. 328—337.

IX. Beobachtungen über die Interferenz des Lichtes bei grossen Gangunterschieden. Dat. Leipzig, im Februar 1871. „Berichte etc." 1871, pg. 19—24. Wieder abgedruckt in „Poggendorff's Annalen", Bd. 150, pg. 311—317.

Ausser dieser Zeit mögen unter den Papieren stammen eine Entwickelung „Ueber die Intensitätsformeln für die Beugungsbilder eines Gitters", eine andere über „Circulare Combinationsschwingungen" und eine dritte über „Interferenzsysteme verschiedener Ordnungen". Es folgen gedruckt

X. Ueber die Tonempfindungen. Dat. Leipzig, im April 1871. „Berichte" 1871, pg. 115—124.

XI. Ueber den Einfluss der Raddrehung der Augen auf die Wahrnehmung der Tiefendimension. Dat. Leipzig, April 1871. „Berichte" 1871, pg. 125—134.

XII. Ueber die Fortpflanzung des Lichtes. Dat Leipzig, im November 1871. Gedruckt im Bd. 145 von Poggendorff's Annalen". pg. 86—132. Mit 1 lith. Tafel.

Die letzten 4 veröffentlichten Arbeiten endlich entsprangen seiner Thätigkeit als Professor der Physik am Polytechnikum in Zürich und zeigen deutlich den für die Wissenschaft so vielverheissenden Geist derselben; sie betrafen zunächst die mechanische Wärmetheorie.

XIII. Ueber die specifische Wärme der gesättigten Dämpfe. Dat. Zürich, im August 1873. Jubelband von „Poggendorff's Annalen", pg. 227—234.

XIV. Ueber eine Erweiterung der Hamiltonschen Bewegungsgleichungen. Zürich, 4. September. 1873. Gedruckt in dieser Vierteljahrsschrift. 18. Jahrgang, pg. 161—165 als vorläufige Uebersicht zu

XV. Ueber ein aus der Hamilton'schen Theorie der Bewegung hervorgehendes mechanisches Prinzip. Dat. Zürich, im April 1874. In Bd. 152 von „Poggendorff's Annalen", pg. 105—131.

Eine Betrachtung über den Verlauf der Bewegungen im Universum, welche sein philosophischer Geist daran knüpfte, soll, wie ich ihren Entwurf vorfand, im nächsten Heft dieser Vierteljahrsschrift veröffentlicht werden, da sie für dieselbe versprochen war.

XVI. Ueber das Verhältniss der specifischen Wärmen bei constantem Druck und bei constantem Volumen. Dat. Zürich, December 1874. In Bd. 154 von „Poggendorff's Annalen", pg. 113—127.

Der Tod hatte ihn schon abgerufen, als die Correctur hier einging. Die trefflichen Vorlesungen im Sommersemester 1874 „über die Anwendung der mechanischen Principien auf die Theorie der Wärme" hatten all' das gründlich ausgeführt; und der Einfluss des vollzogenen Fortschrittes zeigte sich auch in der neuen Führung der Vorlesung über technische Physik im Herbste 1874.

Aber schon zur Zeit der Abfassung des letztgenannten Aufsatzes war Müller's geistige Arbeit längst ganz besonders durch das allem Anschein nach eben in einer wichtigen Entwickelungsphase stehende Gebiet der Elektrodynamik vorwaltend angezogen worden. Man findet oben p. 135 u. f. den Bericht über eine daraus entsprungene Experimentaluntersuchung und ich kann vielleicht später auch über anderes, was damit in Zusammenhang steht, einiges veröffentlichen. In einer Vorlesung über die Elektrodynamik, die mit einer gründlichen Theorie vom Potential begann, wollte er eben wohl auch die Resultate seiner Denkarbeit auf diesem Gebiete seinen Zuhörern mittheilen. Die weitere Ausarbeitung derselben in der Weihnachtszeit störte die Krankheit, und der unerbittliche Tod schnitt sie ab.

Die Papiere Müller's zeigen eine Fülle von Andeutungen und Gedanken über geplante Untersuchungen und Arbeiten und sie enthalten in einigen Richtungen schon weitgehende Ausführungen. So über Hydrodynamik, der er ein vollstän-

diges Werk zu widmen gedachte; über die Wärme, für welche diess gleichfalls in seinem Plane lag und eine theilweise Ausführung vorliegt; über die philosophischen Principien der Dynamik, etc. Sein früher Tod (geboren am 7. März 1846 starb er 15. Januar 1875) war ein schwerer Verlust für die Wissenschaft.

W. Fiedler.

Der Allgemeinheit dieses Gefühles gab das Grabgeleite Ausdruck, welches am Abend des 18. Januar in endlosem Zuge unter Fackelschein trotz des niederströmenden Regens die Leiche nach dem neuen Friedhofe der Kirchgemeinde Neumünster führte. Am Grabe sprach nach dem Choral „Es ist bestimmt in Gottes Rath“ Namens der Studentenschaft der Polytechniker Zürcher warme Abschiedsworte und im Namen der Collegen Prof. Fiedler wie folgt:

„Ja, hochverehrte Leidtragende, insonderheit verehrte Herren Collegen, in deren Namen ich hier spreche, und theure Commilitonen, schmerzvoll und tief erschüttert stehen wir an diesem Grabe! Denn es schliesst sich über dem Sohn und Bruder, dem Einzigen, der die Freude und der Stolz der Eltern war, und in welchem sich mit dem Eintritte in eine grosse öffentliche Wirksamkeit an unserer polytechnischen Schule, der Hochschule seines Vaterlandes, die schönsten Hoffnungen erfüllten, die sie von ihm hegten; es raubt der Gattin den treuen Gatten, der vor kaum 2 Jahren ihr, der Gespielin und dann der treuen Geliebten seiner Jugendjahre, sich auf immer verbunden hatte. Sie trauert nun schon einsam um ihn und die kurze Zeit des gemeinsamen Glückes steht wie ein schöner Traum in ihrem Leben. Wir fühlen diesen Schmerz nach und ehren ihn.

Euch, meine lieben jungen Freunde, entreisst dies Grab einen Lehrer, der durch die Tiefe, den Umfang und die Sicherheit seines Wissens sich sofort Eure Achtung erzwang, und durch die treue Hingabe an seinen Lehrberuf bald Eure Verehrung und Liebe gewann; uns den vortrefflichen Collegen, dessen Werth wir Aelteren alle, die wir an seinem

Grabe trauern, rasch erkannt und auf dessen energische, vom Feuer der Idee beseelte Thätigkeit wir und mit uns die hohe Behörde des schweizerischen Schulrathes für den Ausbau der physikalischen Disciplinen im Organismus unserer Hochschule grosse und weitgehende und im Hinblick auf seine jugendliche Kraft ach so sichere Hoffnungen gebaut hatten; mir verhüllt es in Nacht den jungen Freund, mit dem gemeinsame wissenschaftliche Interessen mich rasch zusammengeführt hatten, und in dessen idealer Lebensauffassung ich so viel Verwandtes wiederfand; dessen festes Vertrauen besessen zu haben — er bewies es mir noch in Vorahnung seines Endes bei Ausbruch seiner Todeskrankheit — ich immer froh und dankbar mich erinnern werde.

„Dass seine Todesahnung Recht hatte und dass ich mit meinem zuversichtlichen Glauben an sein Leben, mit meinem ermuthigenden Zuspruch, der ihm wirklich die Hoffnung wieder erweckte, so jammervoll Unrecht behalten musste! Ich schöpfte diesen Glauben ja aus dem Gefühle Deines Werthes, theurer, geschiedener Freund, das in mir so lebendig war und ist!

„Ja, meine Freunde, er war ein Jüngling fast noch an Jahren, aber er war ein Mann an Reife des Geistes, reif nach Vollendung einer vielseitigen Gedankenarbeit, wie sie selten in solcher Jugend durchmessen wird, in Philologie und Mathematik, in Physiologie und Psychologie; dabei ferne von der Meinung, fertig zu sein, nein, das Beste was wir Gelehrten sein können, ein unsterblicher Student, mit immer wachsendem Erfolg das von ihm erwählte schöne und reiche Gebiet bemeisternd, stetig an Fähigkeit zunehmend, mit ächt philosophischem Geiste zur volleren Erkenntniss desselben beizutragen. Schon hatte er würdig begonnen, Bedeutendes schwebte ihm in sicherer Nähe vor; das Geleistete sichert ihm einen Platz in den Annalen der Wissenschaft. Ach, dass es ein Platz ist unter den zu früh Gestorbenen, den Cotes, Petit, Abel und Ritter! In solchem Grade in den höchsten Regionen des Gedankens heimisch, eine feine durchgeistigte Natur, hatte er sich ein warmes Herz bewahrt für das Wohl des gesammten Volkes, für die Hebung seiner Bildung und seines

Glückes im weitesten Umfang. Er war von festen und klaren Ueberzeugungen, liebenswürdig im lebendigen Gedankenaustausch und von bescheidener Zurückhaltung. Und er war, dass ich ohne viel Worte das Grösseste sage, eine vielverheissende Forschernatur und zugleich — Ihr habt es empfunden, meine jungen Freunde! — ein unermüdlicher, der Jugend aufrichtig und ganz hingegebener Lehrer; streng gegen sich selbst, treu bemüht, der Zuhörerschaft sein Bestes zu geben, das gründlich Durchdachte immer von Neuem sorgsam durcharbeitend, um es zu vollenden, voll des edeln Ehrgeizes, vor Allem diese Seite seiner Arbeit wirksam und fruchtbar zu machen. Wiederholt habe ich ihm den Glauben daran gestärkt, als er selbst noch zweifelte an seinen Erfolgen. O, möchte doch ein Band der Seelen in dieser Stunde zu ihm reichen, damit er das Feuer der Liebe in Euren Herzen brennen sähe, an dem ihr diese Fackeln angezündet habt und das nicht mit ihnen verlöschen wird!

„Ja, Ihr habt recht gefühlt, meine Freunde, als in den Morgenstunden am Freitag die Todeskunde mit elektrischer Schnelle durch Eure Reihen flog: der da Euch und uns Allen starb, war ein Denker und ein treues edles Herz zugleich!

„So legen wir den Lorbeer des Ruhmes und die Blumen, die Sinnbilder der Jugend und der Liebe, mit gleichem Rechte nieder auf diess sein allzufrühes Grab — und so geloben wir an demselben, dass sein Andenken unter uns bleibe und nachwirke! Denn das Andenken der Edeln soll nicht untergehen und ihr Wirken bleibt im Segen. Die Erinnerung an Dein der Erforschung und der Lehre der Wahrheit hingegebenes Leben, mein theurer Freund, sei uns ein unvergängliches Vorbild! Wir vergessen Deiner Treue nimmermehr! Friede Deiner Asche!"

Es folgte der Dank für das zahlreiche Erscheinen und der Schluss der Feierlichkeit durch Stud. Zürcher.

Die grösseren Perioden des Polarlichtes.

Von

H. Fritz in Zürich.

Im Mai 1863 und dann ausführlicher im December 1865 veröffentlichte der Verfasser in den »Wolf'schen Mittheilungen über die Sonnenflecken« den von ihm aufgefundenen bestimmten Nachweis über den parallelen Gang der Häufigkeit und Grösse der Polarlichter und Sonnenflecken. Damit war sachgemäss verbunden die Feststellung der Wendepunkte des Wechsels der Häufigkeit und der Grösse des Erdlichtes, sowie des unmittelbar aus der Untersuchung hervorgehenden Verhaltens beider Erscheinungen gegen einander. Wenn auch im Wesentlichen an dem an genanntem Orte Angeführten nichts geändert wird, so dürfte die Veröffentlichung der folgenden Zusammenstellung sich dadurch rechtfertigen, dass heute der Untersuchung die Beobachtungen von über 12,000 Tagen zu Grunde gelegt werden, die sich nur auf Orte mittlerer und niederer Breite von Europa und Amerika für die Jahre 1700—1872 beziehen, während damals für die gesammte Erde und für den Zeitraum von 502 n. Chr. an, kaum 6300 Beobachtungstage für das Polarlicht zur Verfügung stunden, und dass nach der letzten, die damals gemachte Behauptung auf das Schönste bestätigenden Nordlichtperiode von 1869—1872 der interessanten, geheimnissvollen Er-

scheinung eine vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt wird, wobei vielfach das in Europa Gesammelte und Publicirte unter amerikanischer Firma benützt wird[1]).

Zunächst stellen wir in folgender Tabelle alle bis jetzt für die angegebenen Breiten auffindbar gewesenen Nordlichtbeobachtungen Europa's und Nordamerika's in der Weise zusammen, dass in der ersten Spalte die Beobachtungsjahre, in der folgenden die Jahressummen der Tage,

---

[1]) Anmerkung. Der Verfasser glaubt keiner weitern Begründung zu bedürfen, wenn er nach den vielfachen in fast jeder Zeitschrift und Abhandlung ersichtbaren Erhebung der Loomis'schen Arbeiten hier wörtlich wiederholt, was er im December 1870 in „Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich", Jhrg. 15. über dieselbe, namentlich über die in „Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution for 1866" enthaltene sagt:

Diese interessante und in vieler Beziehung sehr werthvolle Arbeit kann sich jedoch dem Tadel nicht entziehen, dass die ganze Entwickelung des parallelen Ganges der Nordlichter und Sonnenflecken die Nr. XV der Wolf'schen Mittheilungen über die Sonnenflecken ausbeutet, worin von mir zum ersten Male der vollständige Beweis, durch Zahlen und graphische Darstellung für den parallelen Gang beider Erscheinungen, während der letzten Jahrhunderte, geliefert wurde. Dass Herr Loomis die Abhandlung gekannt, wenn schon er diess weder für zweckmässig, noch für passend gefunden, irgendwo anzuführen, beweist er selbst dadurch, dass er, unter Angabe der Quelle, der gleichen Nummer für Schweden (Christiania) die von Hansteen von 1853 bis 1860 beobachteten Nordlichter den Jahreszahlen nach notirt, welche in derselben Mittheilung von Wolf, den Bruchstücken meines einschlagenden Aufsatzes unmittelbar vorgedruckt, zum ersten Male nach eigenhändigem Schreiben Hansteen's an Wolf, welches, Dank der Freundlichkeit des Adressaten, jetzt meiner Sammlung einverleibt ist, publicirt wurden."

an welchen Nordlichter beobachtet wurden, aufgeführt werden. Hierbei erscheinen in den mit Europa überschriebenen Doppelcolumnen ohne Rücksicht auf Grösse der Erscheinung für die entsprechenden Breiten alle in des Verfassers Nordlichtkataloge[1]) aufgeführten Beobachtungen einmal ihren Jahressummen und dann deren fünfjährigen Mittelsummen nach. Für die Breiten vom 46. bis zum 55. Grade sind die in den letzten 15 Jahren registrirten Lichtprocesse unberücksichtigt gelassen und für jene von dem 55. Breitengrade bis zum Polarkreise sind alle zu vereinzelt stehenden Beobachtungen, wie jene von Island, von Borgensund und Drontheim für die Jahre 1761—64 u. s. w. nicht mitgezählt; dagegen sind in einzelnen Fällen die Summen aus den dem Kataloge beigegebenen Tabellen ergänzt, für welche nur Jahressummen veröffentlicht gefunden wurden. Die dritte Doppelcolumne gibt in ähnlicher Weise die amerikanischen Beobachtungen, wobei ebenfalls einzelne kurze Beobachtungsreihen aus höheren Breiten, wie zu York Factory 1814, Cumberlandhouse 1819—1820, Cape Chudleik, 1860 u. s. w. ausgestossen, dafür aber im 18. Jahrhundert die Jahressummen aus den Tabellen, welche nur Jahressummen enthalten, ohne die einzelnen Tage speziell anzugeben, zur Ergänzung benutzt wurden, wobei stets die grössten auffindbaren Jahressummen Aufnahme fanden. Die folgenden mit I. II. u. s. w. überschriebenen Spalten enthalten die europäischen Beobach-

---

[1]) Verzeichniss beobachteter Polarlichter, zusammengestellt von H. Fritz, gedruckt auf Kosten der k. Akademie der Wissenschaften in Wien 1873. Nur für die letzten 12 Jahre sind die Tabellen durch eine Anzahl in der neuesten Zeit veröffentlichter Beobachtungen wesentlich vervollständigt.

tungen in der Weise geordnet, dass den Erscheinungen in einzelnen Breiten oder in bestimmten Verbreitungsbezirken bestimmte Gewichte beigelegt, d. h. dass die Erscheinungen in Klassen eingetheilt wurden, welchen die Gewichte entsprechen. Die richtigste Art und Weise einer Klassificirung würde nur unter zu Grundelegung der Verbreitung und Grösse einer jeden Erscheinung möglich sein; allein da die Polarlichtbeobachtung von der Witterung abhängig ist, selten mit der nothwendigen Regelmässigkeit und Ausdauer geschieht, welche eine genaue Catalogisirung erforderte und bis jetzt kein Catalog so vollkommen ist, dass er ein ganz genaues Bild zu geben vermöchte, so zogen wir vor, in folgender einfacheren, weniger Zeit raubenden Weise zu verfahren, wobei indessen das erhaltene Bild über den periodischen Verlauf der Erscheinung sicher nicht sehr von dem wahren abweichen kann. Alle Erscheinungen, welche nur jenseits des + 55. Breitengrades bis zum Polarkreise beobachtet wurden, kamen in die Gruppe I, alle zwischen dem + 46. Breitengrade, also zwischen den Alpen und dem Polarkreise, so wie nur vereinzelt an südlicher gelegenen Orten beobachteten Nordlichter wurden zur Gruppe II und alle an südlicher als dem + 46. Breitegrade, aber mindestens auch noch an einem nördlicher gelegenen Orte gesehenen Nordlichter bilden die Gruppe III. Die Gruppe IV enthält alle im mittleren Europa und in dessen südlichen Theilen weitverbreiteten und durch ihre Pracht sehr auffallenden Erscheinungen und endlich die Gruppe V alle jene grossen aber seltenen Polarlichter, die mit grosser Intensität gleichzeitig einen sehr grossen Theil der Erde erleuchten, wie die Erscheinungen vom 7. Januar 1831, 28. August und 1. September 1859, 24. und 25. October

1870 u. s. w. Jeder Gruppe ist dann ein der Gruppenzahl entsprechendes Gewicht beigelegt, so dass beispielweise alle Erscheinungen der Gruppe III oder IV 3 oder 4 Mal so viel zählen, als diejenigen der Gruppe I. Daraus entstanden eine Art Relativzahlen, welche nebst ihren 5jährigen Mitteln in den entsprechenden Spalten beigedruckt sind. Die 5jährigen Mittel wurden berechnet, um die Unregelmässigkeiten der Reihen und die verschiedenen Grössen der Erscheinungen mehr auszugleichen, da trotz der grossen Anzahl von eingetragenen Beobachtungen und trotz der Ausmerzung sehr kurzer, die Regelmässigkeit sehr störender Beobachtungsreihen, namentlich aus höhern Breiten — Island, Lappland u. s. w. — die Reihen stellenweise noch lückenhaft sind und sprungsweise verlaufen. Trotzdem zeigen die Zahlen und namentlich die graphische Darstellung derselben den parallelen Gang der Polarlichter und Sonnenflecken so bestimmt, als man immerhin erwarten darf; trotzdem verfolgen die einzelnen Reihen einen kaum zu erwartenden übereinstimmenden Verlauf, so namentlich die amerikanische Reihe, die eine auffallende Aehnlichkeit mit der gesammten europäischen gewinnt, wenn man die Summen des vorigen Jahrhunderts, die offenbar viel zu nieder sind, etwa um das fünf- bis sechsfache erhöht. Die grösste Abweichung zeigt die Reihe für die Breiten zwischen dem + 55. Breitengrade und dem Polarkreise, da diese aus Stücken von Beobachtungsreihen einzelner Orte, wie Upsala, Petersburg, Christiania u. s. w. besteht, die oft plötzlich beginnen, Jahrzehnte lang fortgesetzt werden und dann wieder abbrechen, um vielleicht später wieder regelmässig oder auch nur sporadisch einzusetzen. Eine Ausgleichung durch Beobachtungen an zahlreichen verschiedenen Orten, wie in Mittel-Europa oder in den nordamerikanischen Oststaaten, findet dabei nur selten statt.

Jahre.	Europa. 46°—55° Breite. Jahres-Summen.	Europa. 46°—55° Breite. 5-jährige Mittel.	Europa. 55°-Polarkreis. Jahres-Summen.	Europa. 55°-Polarkreis. 5-jährige Mittel.	Amerika. 0°—60° Breite. Jahres-Summen.	Amerika. 0°—60° Breite. 5-jährige Mittel.	Europa. südlich des Polarkreises. Gruppen I	II	III	IV	V	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.
1701	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
2	0	0,2	2	0,6	0	0	2	0	0	0	0	2	1,0
3	0	0,4	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4
4	1	0,6	1	0,6	0	0	1	1	0	0	0	3	1,8
5	1	2,8	0	1,4	0	0	0	1	0	0	0	2	6,6
6	1	3,6	0	1,6	0	0	0	1	0	0	0	2	8,4
7	11	3,8	6	1,4	0	0	0	11	0	1	0	26	8,6
8	4	3,8	1	1,4	0	0	1	4	0	0	0	9	8,6
9	2	3,6	0	1,4	0	0	0	2	0	0	0	4	8,2
1710	1	1,4	0	0,2	0	0	0	1	0	0	0	2	3,0
11	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2
12	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
13	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
14	0	3,4	0	0,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	7,6
15	1	6,2	0	1,2	0	0,2	0	1	0	0	0	2	14,8
16	16	10,0	2	2,2	1	0,4	1	15	0	0	1	36	17,4
17	14	16,2	4	3,8	0	0,8	2	17	0	0	0	36	26,6
18	19	21,0	10	4,8	1	1,0	5	19	0	0	0	23	36,8
19	31	23,0	3	5,4	2	0,8	1	13	1	0	0	36	40,8
1720	25	30,0	5	7,4	1	0,8	1	26	0	0	0	53	53,4
21	26	30,0	5	8,8	0	0,6	1	25	1	0	0	54	58,6
22	49	26,8	14	11,2	0	0,2	1	50	0	0	0	101	59,6
23	19	26,8	17	15,2	0	0	10	18	1	0	0	49	61,4
24	15	26,2	15	21,8	0	0	11	15	0	0	0	41	64,8
25	25	20,8	25	29,6	0	0	12	25	0	0	0	62	63,8
26	23	28,6	38	38,8	0	0,4	18	24	0	0	1	71	88,0
27	22	34,0	53	44,4	0	0,4	31	22	7	0	0	96	101,8
28	58	41,8	63	57,2	2	0,6	36	58	6	0	0	170	130,6
29	42	43,8	43	58,4	0	0,8	26	42	0	0	0	110	136,4
1730	64	50,0	89	63,2	1	0,8	57	62	7	1	0	206	148,4
31	33	56,6	44	53,6	1	0,4	31	33	1	0	0	100	133,4
32	53	51,2	77	52,6	0	0,4	52	50	2	0	0	158	142,6
33	41	51,4	15	43,2	0	0,2	10	40	1	0	0	93	134,2
34	65	60,2	38	24,8	0	0	26	65	0	0	0	156	152,2
35	65	62,0	42	40,2	0	0,8	32	63	2	0	0	164	157,2
36	77	62,8	52	41,8	0	0,8	29	76	3	0	0	190	161,2
37	62	64,8	54	43,8	4	1,4	35	66	4	1	0	183	166,2
38	45	54,0	23	44,0	0	1,4	17	48	0	0	0	113	145,8
39	75	50,2	48	51,2	3	0,4	26	73	3	0	0	181	144,0

Jahre.	Europa.				Amerika.		Europa.						
	46°—55° Breite.		55°-Polarkreis.		0°—60° Breite.		südlich des Polarkreises.						
	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Gruppen. I	II	III	IV	V	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.
1740	11	45,8	43	53,4	0	0,4	38	12	0	0	0	62	134,2
41	58	41,8	83	59,8	5	2,8	59	58	2	0	0	181	131,4
42	40	30,0	70	53,2	4	2,4	54	40	0	0	0	134	104,4
43	25	31,2	55	48,2	2	2,4	45	25	1	0	0	98	103,0
44	16	28,0	15	42,4	1	3,0	15	16	0	0	0	47	92,0
45	17	31,2	18	32,6	0	4,2	17	19	0	0	0	55	91,2
46	42	36,2	54	30,0	8	5,0	42	42	0	0	0	126	101,0
47	56	41,8	21	33,2	10	8,2	11	55	3	0	0	130	114,6
48	50	51,4	42	35,0	6	11,6	35	51	0	0	0	147	133,2
49	47	50,6	31	28,8	17	11,0	19	45	2	0	0	115	128,0
1750	65	48,0	27	32,0	17	9,4	12	60	4	1	0	148	116,4
51	38	41,6	23	34,0	5	8,4	21	38	1	0	0	100	101,0
52	43	42,0	37	29,6	2	5,0	26	43	0	0	0	72	100,0
53	18	32,6	39	26,8	1	1,6	34	18	0	0	0	70	81,0
54	46	29,8	22	25,2	0	0,6	18	46	0	0	0	110	73,2
55	18	28,2	13	18,8	0	1,4	13	20	0	0	0	53	73,0
56	24	29,4	15	12,4	0	2,0	13	24	0	0	0	61	68,8
57	35	23,8	5	18,0	6	3,0	1	35	0	0	0	71	63,8
58	24	20,6	7	28,2	4	4,2	1	24	0	0	0	49	66,6
59	18	16,6	50	36,4	5	5,6	49	18	0	0	0	85	68,8
1760	2	10,0	64	47,2	6	5,8	63	2	0	0	0	67	63,4
61	4	6,2	66	47,6	7	6,2	64	4	0	0	0	72	57,0
62	2	3,8	49	40,0	7	7,6	48	2	0	0	0	44	54,4
63	5	4,6	9	28,8	6	7,8	8	5	0	0	0	17	36,0
64	6	4,0	12	16,8	12	6,4	7	5	1	0	0	27	22,0
65	6	3,6	8	8,0	7	5,8	8	6	0	0	0	20	16,2
66	1	5,8	6	9,6	0	6,4	0	1	0	0	0	2	19,0
67	4	11,4	5	9,8	4	7,8	5	5	0	0	0	15	30,0
68	11	17,2	17	11,0	9	9,2	8	10	1	0	0	31	43,0
69	35	24,4	13	18,0	19	12,2	9	35	1	0	0	82	63,2
1770	35	32,0	14	25,2	14	13,4	9	33	2	1	0	85	85,0
71	37	41,0	41	30,4	15	15,2	29	37	0	0	0	103	106,8
72	42	46,2	41	38,2	10	15,2	29	43	3	0	0	124	123,4
73	56	51,8	43	39,4	18	13,6	23	57	1	0	0	140	134,2
74	61	53,2	52	34,2	19	11,4	33	64	4	0	0	165	132,8
75	63	58,2	20	32,4	6	12,4	14	62	1	0	0	139	139,2
76	44	61,6	15	30,2	4	12,4	7	43	1	0	0	96	144,2
77	67	71,8	32	29,0	15	9.4	17	65	3	0	0	156	163,4
78	73	69,0	32	29,0	18	13,4	8	71	5	0	0	165	160,2

Jahre.	Europa.				Amerika.		Europa.						
	46°—55° Breite.		55°-Polarkreis-		0°—60° Breite.		südlich des Polarkreises.						
	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Gruppen. I	II	III	IV	V	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.
1779	112	75,0	46	31,0	4	20,4	18	102	13	0	0	261	174,6
1780	49	75,2	20	32,0	26	26,0	13	52	2	0	0	123	174,8
81	74	75,6	25	32,2	39	28,8	18	72	2	0	0	168	178,0
82	68	61,6	37	29,2	43	19,0	19	66	2	0	0	157	149,8
83	75	60,2	33	34,0	32	17,0	11	76	3	0	0	181	149,4
84	42	65,6	31	45,0	5	30,4	28	43	2	0	0	120	168,0
85	42	75,4	44	54,8	16	32,4	36	41	1	0	0	121	196,4
86	101	85,2	80	60,1	56	34,2	40	93	9	0	0	261	217,8
87	117	98,8	86	68,2	53	43,4	40	104	17	0	0	299	246,0
88	124	106,2	60	72,0	41	42,8	28	118	8	0	0	288	260,0
89	110	100,2	71	60,2	51	34,2	37	106	4	0	0	261	239,8
1790	79	88,4	63	47,4	13	25,0	33	79	0	0	0	191	207,6
91	71	67,2	21	36,8	13	18,4	15	71	1	0	0	160	157,6
92	58	46,8	22	23,0	7	8,6	17	59	1	0	0	138	109,0
93	18	32,4	7	10,8	8	6,4	2	18	0	0	0	38	74,0
94	8	18,8	2	6,8	2	3,8	2	8	0	0	0	18	42,4
95	7	10,0	2	2,6	2	2,4	2	7	0	0	0	16	21,6
96	3	6,8	1	1,4	0	0,8	1	3	0	0	0	7	15,0
97	14	6,2	1	1,4	0	0,4	1	14	0	0	0	29	13,8
98	2	6,0	1	1,0	0	0	1	2	0	0	0	5	13,0
99	5	6,4	2	1,4	0	0	2	5	0	0	0	12	14,2
1800	6	4,6	0	2,4	0	0,4	0	6	0	0	0	12	11,6
1	5	5,6	3	2,8	0	1,4	3	5	0	0	0	13	13,6
2	5	6,8	6	3,8	2	2,2	6	5	0	0	0	16	16,0
3	7	10,0	3	4,2	5	3,0	1	7	0	0	0	15	22,4
4	11	10,0	7	4,2	4	3,4	1	10	0	1	0	24	22,4
5	22	9,4	2	3,8	4	4,2	0	22	0	0	0	44	20,8
6	5	8,2	3	3,4	4	5,6	3	5	0	0	0	13	18,4
7	2	6,0	4	2,2	4	5,2	4	2	0	0	0	8	13,8
8	1	1,8	1	1,8	12	4,4	1	1	0	0	0	3	5,4
9	0	0,8	1	1,2	2	3,6	1	0	0	0	0	1	2,8
1810	1	0,4	0	0,4	0	2,8	0	1	0	0	0	2	1,2
11	0	0,6	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	1,4
12	0	1,8	0	0,2	0	0,8	0	0	0	0	0	0	3,6
13	2	2,0	0	0,4	0	1,4	0	2	0	0	0	4	4,0
14	6	2,4	1	0,6	4	1,6	0	6	0	0	0	12	5,2
15	2	5,0	1	4,0	3	2,6	0	2	0	0	0	4	13,2
16	2	5,6	2	5,0	1	7,2	2	2	0	0	0	6	15,0
17	13	6,8	16	8,0	5	8,4	12	12	0	1	0	40	18,0

Jahre.	Europa.				Amerika.		Europa.						
	46⁰—55⁰ Breite.		55⁰- Polarkreis.		0⁰—60⁰ Breite.		südlich des Polarlichtes.						
	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Gruppen. I	II	III	IV	V	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.
1818	5	7,6	5	10,0	23	8,2	3	5	0	0	0	13	20,0
19	12	7,8	16	10,0	10	8,2	3	12	0	0	0	27	20,4
1820	6	5,6	11	7,4	2	7,4	4	6	0	0	0	16	13,4
21	3	4,6	2	6,8	1	3,2	2	3	0	0	0	8	11,0
22	2	2,4	3	5,2	1	1,2	1	2	0	0	0	5	7,0
23	0	1,6	2	7,8	2	1,2	1	0	0	0	0	1	10,2
24	1	2,2	8	10,6	0	2,0	5	1	0	0	0	7	13,6
25	2	4,8	24	16,0	2	5,8	23	2	1	0	0	30	24,0
26	6	8,4	16	22,6	5	10,4	13	6	0	0	0	25	37,0
27	15	12,8	30	30,6	20	16,6	21	14	0	2	0	57	52,0
28	18	19,8	35	42,6	25	33,6	30	18	0	0	0	66	72,0
29	23	27,8	48	49,2	31	43,6	38	23	0	0	0	84	88,6
1830	37	25,2	84	45,4	87	45,6	53	36	1	0	0	128	83,2
31	37	23,6	49	44,8	55	49,2	31	36	0	0	1	108	77,4
32	11	21,0	11	34,4	30	51,4	8	11	0	0	0	30	64,8
33	10	15,2	22	19,8	43	40,6	17	10	0	0	0	37	45,0
34	10	10,4	6	12,6	42	42,2	3	10	0	0	0	21	30,8
35	8	13,8	11	17,8	33	51,6	9	6	0	2	0	29	42,4
36	13	13,6	13	22,4	63	55,2	9	12	0	1	0	37	47,6
37	28	14,6	37	34,8	77	64,4	24	27	2	1	0	88	65,2
38	9	16,6	45	44,8	61	79,8	42	9	1	0	0	63	83,0
39	15	20,2	68	52,8	88	91,6	63	13	4	2	0	109	98,2
1840	18	16,4	61	59,6	110	91,6	57	20	7	0	0	118	99,6
41	31	16,6	53	63,6	122	98,2	42	31	3	0	0	113	102,4
42	9	15,6	71	61,4	77	96,8	64	11	3	0	0	95	97,4
43	10	15,0	65	62,2	94	89,0	57	12	2	0	0	87	92,8
44	10	12,8	57	66,0	81	84,2	54	10	0	0	0	74	90,2
45	15	19,0	65	66,0	71	87,0	60	16	1	0	0	95	99,8
46	20	30,0	72	74,0	98	103,6	58	19	0	1	0	100	127,0
47	40	36,6	71	77,8	91	127,6	52	34	3	1	2	143	142,6
48	65	45,0	105	75,0	177	163,2	61	56	5	5	3	223	153,8
49	43	56,2	76	71,0	201	196,8	59	42	3	0	0	152	167,8
1850	57	67,6	51	74,8	249	236,2	32	52	5	0	0	151	189,0
51	76	67,2	52	68,6	266	232,6	18	76	0	0	0	170	178,0
52	97	60,2	90	64,2	288	210,2	42	97	1	0	0	239	162,0
53	63	49,6	74	61,4	159	173,0	52	63	0	0	0	178	140,2
54	8	35,8	54	59,4	89	134,6	50	8	2	0	0	72	116,6
55	4	16,8	37	45,4	73	86,0	32	5	0	0	0	42	73,0
56	7	8,2	42	41,4	64	73,4	38	7	0	0	0	52	55,0

Jahre.	Europa.				Amerika.		Europa.						
	46°—55° Breite.		55°-Polarkreis.		0°—60° Breite.		südlich des Polarkreises.						
	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.	Gruppen. I	II	III	IV	V	Jahres-Summen.	5-jährige Mittel.
1857	2	16,8	20	41,6	45	72,0	19	2	0	0	0	21	76,6
58	20	22,0	54	47,6	96	74,4	47	19	1	0	0	88	91,8
59	51	26,4	55	51,2	82	75,8	31	50	9	3	2	180	105,0
1860	30	31,8	67	60,4	85	80,8	48	23	8	0	0	118	126,8
61	29	31,6	60	65,4	71	71,8	50	32	0	1	0	118	135,2
62	41	33,2	66	70,8	70	64,0	48	34	6	1	0	138	127,4
63	29	35,2	79	76,8	51	60,2	61	29	1	0	0	122	133,2
64	37	37,6	82	82,4	43	56,2	60	39	1	0	0	141	137,4
65	40	31,8	97	83,2	66	46,0	63	39	2	0	0	147	128,2
66	41	27,4	88	85,6	51	41,8	57	41	0	0	0	139	120,2
67	12	28,8	70	88,8	19	71,6	68	12	0	0	0	92	127,6
68	7	36,4	91	93,0	30	103,6	68	7	0	0	0	82	151,8
69	44	45,0	98	97,2	192	127,6	59	44	4	1	1	188	169,6
1870	88	61,0	118	101,8	226	148,2	57	77	8	2	3	258	219,0
71	81		109		171		67	68	19	2	0	268	
72	85		93		122		51	84	25	0	1	299	

Bestimmen wir aus den vier zusammengestellten Reihen und deren 5jährigen Mittel mit Hülfe graphischer Darstellung — eine Methode, welche bei einem auf der Vollkommenheitsstufe des hier in Betracht kommenden Beobachtungsmaterials zu hinreichend genauen Resultaten führt — die Wendepunkte, legen der Relativzahlenreihe den doppelten Werth bei, berechnen dann die mittlern Maxima und Minima und stellen diese mit denjenigen zusammen, welche R. Wolf für die Sonnenflecken gefunden, so erhalten wir folgende Zusammenstellung, bei welcher gleich die Differenzen der Wendepunkte beider Erscheinungen der Zeit nach angegeben sind.

Maxima.

Europa zwischen +46° u. +55°	17	07,0	19,0	31,5	36,5	48,5	57,0	—	80,0	88,5	18	04,5	18,5	29,5	39,0	50,5	62,0	—
„ „ +55° u. Polarkreis	17	07,5	18,0	29,5	41,0	50,0	60,5	72,5	80,0	87,5	18	03,5	18,5	29,0	41,0	47,5	—	—
Amerika „ 0° ü. 60°	17	—	18,5	29,5	41,0	48,5	62,5	71,5	80,5	87,5	18	06,5	18,0	30,5	40,5	50,5	59,5	—
Gesammt Europa bis Polarkreis	17	07,5	21,5	30,0	36,5	48,5	59,0	73,5	80,5	88,0	18	04,5	18,5	29,5	40,5	50,5	60,5	—
Polarlichter im Mittel	17	07,4	19,7	30,1	38,3	48,8	59,6	72,7	80,3	87,9	18	04,7	18,4	29,6	40,3	49,9	60,6	70,5
Sonnenflecken	17	05,5	18,2	27,5	38,7	50,0	61,5	69,9	79,5	89,0	18	04,0	16,8	29,5	37,2	48,6	60,2	70,9
Differenzen		+1,9	+1,5	+2,6	-0,4	-1,2	-1,9	+2,8	+0,8	-1,1		+0,7	+1,6	+0,1	÷3,1	+1,3	+0,4	-0,4

Minima.

Europa zwischen +46° u. +55°	17	12,5	24,0	32,5	44,0	54,0	65,0	76.0	82,5	99,0	18	10,5	23,0	34,0	44,0	56,0	66,5
„ „ +55° u. Polarkreis	17	12,0	—	33,5	45,5	56,0	65,5	77,0	82,0	97,6	18	11,5	22,0	34,0	42,5	56,5	66,5
Amerika „ 0° u. 60°	17	—	24,0	34,0	44,5	54,0	65,0	76,0	82.5	98,5	18	11,5	22,5	33,5	44,0	57,0	65,5
Gesammt Europa bis Polarkreis	17	12,5	24,0	32,0	44,5	54,0	65,0	76,0	82,5	99,5	18	10,5	22,0	34,5	44,5	56,0	66,5
Polarlichter im Mittel	17	12,4	24,0	32,8	44,6	54,4	65,1	76,2	82,4	98,8	18	10,9	22,2	34,3	43,9	56,3	66,3
Sonnenflecken	17	12,0	23,5	34,0	45,0	55,5	66,5	75,8	84,8	98,5	18	10,5	23,2	33,8	44,0	56,2	67,2
Differenzen		+0,4	+0,5	-1,2	-0,4	-1,1	-1,4	+0,4	-2,4	+0,3		+0,4	-1,0	+0,5	-0,1	+0,1	-0,9

Die Differenzen der Epochen der Wendepunkte der Polarlichter gegenüber jenen der Sonnenflecken sind bald positiv, bald negativ. Im Ganzen verspäten sich die Polarlichtermaxima gegen diejenigen der Sonnenflecken im Mittel um 0,73 Jahre, während die Minima um 0,30 Jahre im Mittel früher eintreffen. Diese Differenzen sind zu unbedeutend, als dass wir ihnen ein solches Gewicht beilegen möchten, das gestattet eine bestimmte Gesetzmässigkeit abzuleiten. Wir enthalten uns eines solchen Ausspruches um so mehr, als, wie wiederholt bemerkt, das Beobachtungsmaterial noch nicht geeignet erscheint, um solche weniger hervortretende Gesetze endgültig feststellen zu können, und als es eine alte Erfahrung ist, dass erst nach dem Erscheinen der ersten grossen Polarlichter einer Periode die Aufmerksamkeit der Beobachter rege wird und einige Zeit anhält, wodurch nothgedrungen die Zahl der Beobachtungen nach dem Maximum

grösser werden muss als kurz vorher, und eine scheinbare Verschiebung des Maximums selbst bedingt wird. Dies gilt z. B. für die Periode nach 1768, da in diesem Jahre die Beobachtungen von Beguelin in Berlin und in dem Jahre 1771 diejenigen Van Swinden's in Franeker begannen; namentlich aber von dem Maximum von 1849, nach welchem in Europa und noch mehr in Amerika den Nordlichtbeobachtungen mehrere Jahre lang — besonders durch Lefroy in höhern Breiten — grosse Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die starke Verschiebung nach 1837 ist wesentlich den in diesem Jahre beginnenden, plötzlich die Gruppe I erhöhenden Beobachtungen Hansteen's zu Christiania zuzuschreiben. Die grossen Nordlichter entsprechen dem Maximum von 1837. Aehnliches beobachten wir nach 1870, von welchem Jahre an in Italien sorgfältig beobachtet wurde. Nach dem uns bis jetzt vorliegenden zahlreichen Beobachtungsmateriale würden wir entschieden zu Gunsten der Ansicht sprechen müssen, dass die beiden Erscheinungen ihre Maxima und Minima gleichzeitig erreichen. Schauen wir nun unsere Tabelle an, so fallen die meisten grossen Nordlicht-Erscheinungen genau mit den Sonnenfleckenmaxima zusammen und allen grossen den Maxima nachfolgenden Polarlichtern entsprechen sehr hohe Fleckenstände auf der Sonne. Als treffende Beispiele hierzu haben wir die grossartigen Erscheinungen vom 7. Januar 1831, 9. März 1861, 14. December 1862 und 4. Februar 1872. Ferner dürfen wir folgende Eigenthümlichkeiten nicht vergessen, auf welche der Verfasser in frühern Arbeiten wiederholt aufmerksam gemacht hat, die wieder sehr auffallend in der letzten Periode hervortraten und welche ebenfalls eine scheinbare Verspätung hervorzurufen im Stande sind, oder doch jedenfalls die Verspä-

tung, wenn sie wirklich existirt, noch scheinbar vergrössern.

Die Sonnenflecken wechseln in ihrer Häufigkeit und Grösse keineswegs immer ununterbrochen stetig, sondern häufig in der Weise, dass, nachdem sie eine Zeit lang zugenommen, ein kleiner Rückgang oder wenigstens eine Verminderung in der Geschwindigkeit der Zunahme eintritt — z. B. 1759—1760, 1802—1804, 1828—1830 — oder dass bei der Fleckenabnahme zeitweise wieder eine Erhebung gegen das folgende Jahr oder ein weniger rasches Abnehmen eintritt — 1780—1781, 1791—1794, 1850—1853, 1863—1865, —. Solchen Abweichungen vom regelmässigen Gange entsprechen bei den Polarlichtern stets die gleichen Unregelmässigkeiten, jedoch mit dem Unterschiede, dass diese viel bedeutender hervortreten, gewissermassen übertreiben. Den secundären absoluten oder relativen Erhebungen der Sonnenfleckenhäufigkeit in den Jahren 1758, 1775, 1782, namentlich aber von 1851 und 1864 entsprechen starke Erhebungen der Häufigkeit der Polarlichter, ebenso gingen in den Jahren 1780, 1795, 1849, 1850 und 1863, in welchen die Sonnenfleckenzahlen schnell abnahmen, die Polarlichter schnell an Zahl und Grösse wieder zurück, um sich in den folgenden Jahren wieder zu heben. Diese Erscheinung liesse sich vielfach näher verfolgen und hängt mit der Thatsache zusammen, dass der periodische Wechsel sich in den Polarlichtern überhaupt viel energischer ausdrückt, als in den Sonnenflecken. Die Wolf'schen Relativzahlen für die Sonnenflecken wechseln für die Maxima zwischen 45,5 (1816) und 139,1 (1870), für die Minima zwischen 0 (1810) und 27,5 (1775), die in der obigen Tabelle für die Nordlichter aufgeführten Relativzahlen für die Maxima zwischen

40 (1817) und 299 (1787), für die Minima zwischen 0 (1811) und 61 (1868) oder gar 93 (1733) und ähnlich in allen einigermassen vollständigen Beobachtungsreihen. Für Europa betragen die Nordlichterrelativzahlen für die fünf symetrisch das jeweilige Maximum einschliessenden Jahre für sämmtliche 15 vollständige Maxima zwischen 1700 und 1872 in Summa 7338 und entsprechend für die 15 Minima 5293; die Summirung der drei zunächst liegenden Jahre ergibt für die Maxima 4516, für die Minima 2698 und für die 15 höchsten und 15 niedersten Zahlen, die den Wendepunkten angehören, 1610 und 791. Im ersten Falle verhalten sich die Zahlen wie 1 : 0,71, im zweiten wie 1 : 0,60 und im dritten wie 1 : 0,2, während sich bei den Sonnenfleckenrelativzahlen von Wolf die Verhältnisse der Reihe nach ergeben wie 1 : 0,4, 1 : 0,5, 1 : 0,1. Die Differenzen würden noch etwas stärker contrastiren, wenn bei jedem Polarlichte die absoluten Grössen- und Ausdehnungsverhältnisse bekannt oder bestimmbar wären.

Hiemit hängt innig zusammen die genauere Bestimmbarkeit der seculären Perioden von Sonnenflecken und Polarlichtern aus den Polarlichtertabellen, als aus jenen der Sonnenflecken, so lange nicht über Jahrhunderte ausgedehnte Beobachtungsreihen für letztere vorhanden sind, wie wir sie seit 1826, Dank der Ausdauer Schwabe's, besitzen.

Nach unserer Tabelle fallen die drei Hauptmaxima der Nordlichter auf die 1737, 1782 und 1850, welchen Jahren der mittlere Abstand von 56,5 Jahren entspricht. Da den Jahren 1737 und 1848 die grössten Erscheinungen der Perioden entsprechen, da ferner in übereinstimmender Weise die in vorgenanntem Kataloge verzeichneten Nord-

lichtbeobachtungen bestimmt auf 1627 führen, wobei die häufigeren Erscheinungen um 1685 die Verbindung bilden und da ferner in ähnlicher Weise die Hauptnordlichtmaxima von 454, 675, 1117, 1353, 1572, angeschlossen werden, so muss vorläufig an der schon vor zwölf Jahren bestimmten seculären Periode von 55,55 Jahren, welche somit 5 kleinere Wolf'sche Perioden zu 11,11 Jahren einschliessen, festgehalten werden. Ausser diesen grossen Perioden, die sich zunächst wieder zu je zweien zu gruppiren scheinen, da in den Zeiträumen 1627, 1737 und 1850, und entsprechend auch in frühern Jahrhunderten die grossartigsten Erscheinungen sich zeigten, ist sehr wahrscheinlich, insofern man den Notizen aus den letzten 1400 Jahren Werth beilegen darf, dass noch grössere, etwa 222 Jahre umfassende Abschnitte umfassende Perioden existiren, innerhalb welcher die Polarlichter bald in grösster Häufigkeit und Prachtentfaltung, bald mit grösster Seltenheit, selbst für höhere Breiten, sich entwickeln. Eine Periode grosser Seltenheit fiel in das 17. Jahrhundert, wie nicht allein die fehlenden Beobachtungen, sondern auch die tüchtigsten, zu Anfang des vorigen Jahrhunderts lebenden Naturforscher bezeugen. Nicht nur in mittlern, sondern auch in höhern Breiten wurde die Wiederkehr der Nordlichter zu Anfang des vorigen Jahrhunderts mit Staunen aufgenommen. Seit jener Zeit trat nur zwischen 1795 und 1814 ein bedeutendes Minimum ein. Die grössten Erscheinungen im 17. Jahrhundert boten die Zeiten von 1620 bis 1630 und gipfelten in dem grossen Nordlichte vom 12. September 1621, das in ganz Europa und mindestens noch in Aleppo in Asien sichtbar war; nach 1630 traten die Nordlichter selten auf. Sehr reich an grossen Nordlichtern war das 16. Jahrhundert, namentlich um

1572, von welcher Epoche an wir mit einer 220jährigen Periode rückwärts auf die oben angeführten Zeiten auffallend grosser Nordlichter von 454, 675, 905, 1117 und 1353 gelangen.

Für die Südlichter verlassen uns die Hülfsmittel, da nur aus der neuesten Zeit dürftiges Beobachtungsmaterial vorliegt, indessen dürfen wir doch schon jetzt aus diesem schliessen — wie auch nicht anders zu erwarten ist —, dass Alles, was für das Nordlicht gilt, auch dem Erdlichte der Südhemisphäre zukommt.

Notizen.

Notiz über algebraische Raumcurven, deren System zu sich selbst dual oder reciprok ist. (Vergl. Protokoll der Sitzung vom 4. Januar 1875).

Als System einer algebraischen Raumcurve benennen wir die Gesammtheit ihrer Punkte, Tangenten und Schmiegungsebenen und bezeichnen zuerst ihre Charactere; durch m die Ordnung der Curve, die Zahl ihrer Punkte in einer Ebene, durch n die Classe der Developpabeln, die Zahl ihrer Ebenen durch einen Punkt; mit r den Rang des Systems (Classe der Curve, Ordnung der Developpabeln), die Zahl der Tangenten, welche eine Gerade schneiden; mit g die Zahl der Geraden in einer Ebene, durch deren jede zwei Schmiegungsebenen gehen, der scheinbaren Doppelgeraden der Developpabeln; mit h die Zahl der Geraden durch einen Punkt, in deren jeder zwei Punkte der Curve liegen, der scheinbaren Doppelpunkte der Curve; sodann ihre Singularitäten, nämlich mit α die Zahl der stationären Ebenen, mit β die der stationären Punkte, mit θ die Zahl der stationären Tangenten oder Erzeugenden; mit Δ die Zahl der

doppelten Schmiegungsebenen, mit D die der Doppelpunkte, mit d die der doppelten Tangenten oder Erzeugenden. Zu demselben treten die Doppelcurve der Developpabeln, der Ort der Schnittpunkte nicht benachbarter Curventangenten, und die doppelt umschriebene Developpable der Curve, die Enveloppe der Verbindungsebenen nicht benachbarter Curventangenten, also in perspectivischer Lage zur Doppelcurve; jene hat eine Ordnung m^* (das x von Cayley-Salmon), diese eine Classe n' (das y von Cayley-Salmon); jene hat h^* scheinbare Doppelpunkte, β^* stationäre Punkte und t^* dreifache Punkte, r^* sei ihre Classe oder die Ordnung ihrer Developpabeln; diese hat g' scheinbare Doppelebenen, α' stationäre Ebenen und t' dreifache Ebenen, r' sei ihre Ordnung oder die Classe ihrer Rückkehrkante. (h^*, t^*, β^*, r^* sind die k, t, γ, R von Salmon; vergl. Bd 2. der „Annal. Geom. d. Raumes" 2. Aufl. § 479; die hier gewählte Bezeichnung entspricht einer in sich abgeschlossenen Theorie dieser Gebilde und ist in der That einer Vorlesung entnommen, in der ich sie in dieser Weise behandelte).

Diese einundzwanzig Charactere sind durch vierzehn Gleichungen mit einander verbunden, welche ihre darstellend geometrischen Beziehungen ausdrücken und die man Cayley, Salmon, Cremona verdankt (vergl. das angeführte Werk betreffs der Literatur, insbesondere die Noten 27 p. 625, 206 f. p. 671; sowie für die ersten sechs des Verfassers „Darstellende Geometrie" (§§ 82 f.) Sie lauten in dual entsprechenden Paaren:

$$r = m(m-1) - 2(h + D) - 3\beta, \qquad r = n(n-1) - 2(g + \Delta) - 3\alpha;$$

$$m = r(r-1) - 2(n' + d) - 3(n + \theta), \quad n = r(r-1) - 2(m^* + d) - 3(m + \theta);$$

$$n + \theta - \beta = 3(r-m), \qquad m + \theta - \alpha = 3(r-n).$$

$$\beta^* = m(r+4) - 6(r+\beta) - 4(d+D) - 2\theta;$$

$$\alpha' = n(r+4) - 6(r+\alpha) - 4(d+\Delta) - 2\theta;$$

$$3t^* = (r-2)(m^* - n - 3m - 2d - 3\theta) + 8n + 10\beta + 10d + 20\theta;$$

$$3t' = (r-2)(n' - m - 3n - 2d - 3\theta) + 8m + 10\alpha + 18d + 20\theta;$$

$$m^*(r-2)(r-3) = n(m^* - 2r + 8) + 4h^* + 3[(mm^* - \alpha - 3\beta - 2\beta^* - 3\theta - 4d - 8D + \theta(m^* - 2r + 9)] + 2d(m^* - 2r + 10) + 12D,$$

$$n'(r-2)(r-3)=m(n'-2r+8)+4g'+3[(nn'-\beta-3\alpha-2\alpha-3\theta-4d-8\Delta+\theta$$
$$+\theta(n'-2r+9)]+2d(n'-2r+10)+12\Delta;$$
$$r^*=r(n-3)-3\alpha-2\Delta, \qquad r'=r(m-3)-3\beta-2D.$$

Für die in Frage stehenden Curven werden die ihrem Begriffe nach reciproken Charactere m, n; g, h; α, β; D, Δ; m^*, n'; r^*, r'; g', h^*; α', β^*; t', t^* einander paarweis gleich, die Curve und ihre Tangentenfläche, ihre Doppelcurve und die doppelt berührende Developpable der Curve sind Gebilde, die einander nach dem Princip der Dualität entsprechen. Seit 1849 (Salmon „On the Classification of Curves of double Corvature“ in „Cambridge and Dublin Mathem. Journal“ Vol. V) kannte man in der Raumcurve dritter Ordnung $m=n=3$, $r=4$, $g=h=1$ (alle nicht aufgeführten Charactere sind Null) und der Curve vierter Ordnung erster Art mit einem stationären Punkte $m=n=4$, $r=5$, $g=h=2$, $\alpha=\beta=1$, $m^*=n'=2$, $r'=r^*=2$ zwei solche Curvengattungen; 1865 fügte Cayley („On a special Sextic Developpable“ in „Quarterly Journal“ Vol. VII) das merkwürdige Beispiel der Curve vierter Ordnung mit zwei stationären Tangenten $m=n=4$, $r=6$, $g=h=3$, $\theta=2$, $m^*=n'=4$, $r'=r^*=6$, $g'=h^*=3$, hinzu, wo Doppelcurve und doppelt berührende Developpable allgemein und von derselben Art sind wie die ursprüngliche Curve. Alle drei Beispiele sind Curven vom Geschlecht Null oder rationale Curven.

Ich habe die Frage nach der Existenz solcher Curven von den Ordnungen fünf, etc. erörtert und will zunächst die rationalen für die Ordnungszahl fünf hier aufführen. Solche sind bei den Raumcurven fünfter Ordnung ($m=n=5$) sämmtliche drei sich selbst dualen Arten:

I. Art. $g=h=4$ ($r=12$, $n=20$*), die Durchdringung von nur zwei Flächen zweiter (F_2) und dritter Ordnung (F_3) mit einer gemeinsamen Geraden, oder von F_2, F_4 mit einer gemeinsamen Raumcurve dritter Ordnung, oder von F_3, F_3 mit einer gemeinsamen Raumcurve vierter Ordnung erster Art, mit den übrigen Characteren: $r=6$, $D=\Delta=0$, $d=0$, $\theta=0$, $\alpha=\beta=2$,

[1]) Dies r und n entspricht der Fläche ohne Singularitäten β, θ, d etc.; so auch im Folgenden.

$m^* = n' = 5$, $\alpha' = \beta^* = 2$, $r' = r^* = 6$, $g' = h^* = 4$, $t' = t^* = 0$, — wie man sieht, *der* Cayley'schen Curve vierter Ordnung zweiter Art analog in steter Selbstwiederholung den Raum erfüllend, wie die Schraubenlinie es nur hinsichtlich der Doppelcurven ihrer Developpabeln thut.

II. Art. $g = h = 5$, ($r = 10$, $n = 15$); die Durchdringung von zwei Flächen F_2, F_4, welche eine Gerade und einen Kegelschnitt gemein haben, oder von F_3, F_3 mit einer gemeinsamen Raumcurve vierter Ordnung zweiter Art; mit den übrigen Characteren: $r = 7$, $D = \varDelta = 0$, $d = 0$, $\theta = 2$, $\alpha = \beta = 1$, $m^* = n' = 8$, $\alpha' = \beta^* = 3$, $r' = r^* = 11$, $g' = h^* = 15$, $t' = t^* = 0$.

III. Art. $g = h = 6$, ($r = 8$, $n = 9$); die Durchdringung von F_2, F_4 mit drei gemeinsamen Geraden derselben Schaar oder von F_3, F_3 mit zwei gemeinsamen Kegelschnitten etc.; zwei Species mit den übrigen Characteren: $r = 8$, $D = \varDelta = 0$, $d = 0$ oder $d = 1$, $\theta = 4$, $\alpha = \beta = 0$, $m^* = n' = 12$ oder $= 11$, $\alpha' = \beta^* = 4$ oder $= 0$, $r' = r^* = 16$, $g' = h = 40$ oder $= 35$, $t' = t^* = 0$. Von diesen Curven findet sich die erste, jedoch ohne Angabe der Charactere α', g', r', t', auch in der Abhandlung des Hrn. Prof. Schwarz „De superficiebus in planum explicabilibus" in Bd. 64 des „Journal's" pag. 14.

Raumcurven sechster Ordnung:

I. Art. Vollständige Durchdringungen $g = h = 6$, ($r = 18$, $n = 36$), mit zwei Species, beide rational: $r = 7$ oder 8, $D = \varDelta = 1$ oder $= 2$, $d = 0$, $\theta = 0$ oder $= 2$; $\alpha = \beta = 3$ oder $= 2$, $m^* = n' = 9$, oder $= 13$, $\alpha' = \beta^* = 2$ oder $= 0$, $r' = r^* = 10$ oder $= 14$, $g' = h^* = 15$ oder $= 39$, $t' = t^* = 1$ oder $= 2$ (hier zuerst auftretend bei solchen Curven).

II. Art. $g = h = 6$, ($r = 18$); Durchdringung von F_2, F_4 mit gemeinsamem Kegelschnitt, von F_2, , F_5 mit Curve vierter Ordnung erster Art; zwei Species, beide mit dem Geschlecht 1, mit $\alpha = \beta = 0$, $D = \varDelta = 5$; $r = 8$; $\theta = 0$, $d = 0$ oder $= 1$.

III. Art. $g = h = 7$, ($r = 16$, $n = 30$; Durchdringung von F_2 und F_4 mit zwei windschiefen Geraden, oder von F_3 und F_3 mit Raumcurve dritter Ordnung, oder F_2 und F_5 mit Raumcurve vierter Ordnung zweiter Art; neun Species, wovon sechs mit dem Geschlecht 0, drei mit -1; nämlich respective die ersteren mit $D = \varDelta = 0, 0, 1, 1, 2, 3$ und $\theta = 0, 0, 2, 2, 4, 6$; $d = 0, 1, 0, 1, 0, 0$; $\alpha = \beta = 3, 3, 2, 2, 1, 0$; $r = 7, 7, 8, 8, 9,$

10; etc.; die letztern mit $D = \varDelta = 4$, $\theta = 0$, $\alpha = \beta = 0$, $r = 8$, $d = 0, 1, 2$ respective.

IV. Art. $g = h = 8$, ($r = 14$, $n = 24$); Durchdringung von F_3 und F_3 mit gemeinsamer Geraden und gemeinsamem Kegelschnitt oder von F_2, F_5 mit zwei gemeinsamen Kegelschnitten; elf Species, wovon sieben mit Geschlecht 0, vier mit -1; jene mit $D = \varDelta = 0, 0, 0, 1, 1, 2, 2$; $\theta = 2, 2, 2, 4, 4, 6, 6$; $d = 0, 1, 2, 0, 1, 0, 1$; $\alpha = \beta = 2, 2, 2, 1, 1, 0, 0$; $r = 8, 8, 8, 9, 9, 10, 10$; etc.; diese mit $D = \varDelta = 3$, $\theta = 0$, $d = 0, 1, 2, 3$; $\alpha = \beta = 0$; $r = 8$; etc.

V. Art. $g = h = 9$, ($r = 12$, $n = 18$); Durchdringung von F_3 und F_3 mit drei gemeinsamen windschiefen Geraden, oder von F_2 und F_5 mit Kegelschnitt und zwei Geraden; zwölf Species, wovon nur sechs das Geschlecht 0, fünf das Geschlecht -1 haben, indess eine vom Geschlecht Eins ist. Für die Ersteren hat man respective $D = \varDelta = 0, 0, 0, 1, 1, 1$; $\theta = 4, 4, 4, 6, 6, 6$; $d = 0, 1, 2, 0, 1, 2$; $\alpha = \beta = 1, 1, 1, 0, 0, 0$; $r = 9, 9, 9, 10, 10, 10$; etc. Für die Zweiten

$D = \varDelta = 2$, $\theta = 0$, $d = 0, 1, 2, 3, 4$; $\alpha = \beta = 0$, $r = 8$; etc.

Die vollständige Reihe der Charactere der Letztern ist

$D = \varDelta = 0$, $\theta = 12$, $d = 0$, $\alpha = \beta = 0$, $r = 12$, $m^* = n' = 36$, $\alpha' = \beta^* = 0$, $g' = h^* = 456$, $r' = r^* = 36$, $t' = t^* = 16$.

VI. Art. $g = h = 10$, ($r = 10$, $n = 12$); Durchdringung von F_2 und F_4 mit vier gemeinsamen windschiefen Geraden; zehn Species, worunter vier das Geschlecht 0, sechs das Geschlecht -1 haben; für jene ist $D = \varDelta = 0$, $\theta = 6$, $d = 0, 1, 2, 3$; $\alpha = \beta = 0$; $r = 10$; $m^* = n' = 24, 23, 22, 21$; $\alpha = \beta^* = 12, 8, 4, 0$; $g' = h^* = 183, 170, 158, 147$; $r' = r^* = 30$, $t' = t^* = 8, 6, 4, 2$. Für diese hat man $D = \varDelta = 1$, $\theta = 0$, $d = 0, 1, 2, 3, 4, 5$; $\alpha = \beta = 0$; $r = 8$; etc. Welche Bedeutung hat in allen diesen Fällen der Umstand, dass das Geschlecht -1 sich ergiebt?

Von den weiteren Ordnungen will ich nur Folgendes bemerken:

Raumcurven siebenter Ordnung. Unter 192 erklärten Species sich selbst dualer Curven fanden sich 19 vom Geschlecht 1 und 9 vom Geschlecht 2, dagegen 83 vom Geschlecht 0 und der Rest vom Geschlecht -1. Sie vertheilen sich auf acht Arten mit $g = h = 9$ bis $g = h = 16$ und ($r = 24$),

bis ($r=10$). Von jeder Art sei eine Species angeführt, mit möglichst niedriger Ordnungszahl der Developpabeln.

I. $g=h=9$, ($r=24$). Durchdringung von F_2 und F_4 mit einer gemeinsamen Geraden oder von F_2 und F_6 mit einer Raumcurve fünfter Ordnung mit vier scheinbaren Doppelpuncten etc. $D=2$, $\alpha=4$, $\theta=0$, $d=0$, $r=8$, $m^*=14$, $\alpha'=4$, $g'=45$, $r'=16$, $t^*=4$.

II. $g=h=10$, ($r=22$). Durchdringung von F_3 und F_3 mit gemeinsamem Kegelschnitt oder von F_3 und F_4 mit Raumcurve fünfter Ordnung mit vier scheinbaren Doppelpuncten etc. $D=1$, $\alpha=4$, $\theta=0$, $d=0$, $r=8$, $m^*=14$, $\alpha'=8$, $g'=48$, $r'=18$, $t^*=4$.

III. $g=h=11$ ($r=20$). Durchdringung von F_3 und F_4 mit Raumcurve fünfter Ordnung mit fünf scheinbaren Doppelpuncten, etc. $D=0$, $\alpha=4$, $\theta=0$, $d=0, 1, 2, 3$; $r=8$, $m^*=14$, 13, 12, 11; $\alpha'=12$, 8, 4, 0; $g'=51$, 44, 38, 33; $r'=20$, $t^*=4$.

IV. $g=h=12$ ($r=18$). Durchdringung von F_3 und F_4 mit Curve fünfter Ordnung von fünf scheinbaren Doppelpuncten, etc. $D=0$, $\alpha=3$, $\theta=2$, $d=0, 1, 2, 3$; $r=9$, $m^*=19$, 18, 17, 16; $\alpha'=7$, 6, 5, 4; $g'=105$, 95, 86, 78; $r'=27$, $t^*=7$, 6, 5, 4.

V. $g=h=13$ ($r=16$). Durchdringung von F_2 und F_6 mit gemeinsamer Curve dritter Ordnung nebst zwei Geraden ($h=7$) etc. $D=0$, $\alpha=2$, $\theta=4$, $d=0$, 1; $r=10$, $m^*=25, 24$; $\alpha'=12$, 10; $g'=196$, 182; $r'=34$, $t^*=12$, 10.

VI. $g=h=14$ ($r=14$). Durchdringung von F_2 und F_6 mit Kegelschnitt und drei Geraden ($h=9$) etc. $D=0$, $\alpha=1$, $\theta=6$, $d=1$, $r=11$, $m^*=31$, $\alpha'=17$, $g'=295$, $r'=41$, $t^*=17$.

VII. $g=h=15$ ($r=12$). Durchdringung von F_3 und F_4 mit Kegelschnitt und drei Geraden ($h=9$) etc. $D=0$, $\alpha=0$, $\theta=8$, $d=0$, $r=12$, $m^*=40$, $\alpha'=24$, $g'=552$, $r'=48$, $t^*=32$.

VIII. $g=h=16$, ($r=10$). Durchdringung von F_3 und F_4 mit fünf windschiefen Geraden. Geschlecht -1; $D=0$, $\alpha=0$, $\theta=2$, $d=0$ bis $=5$, $r=10$, etc.

Raumcurven achter Ordnung, 766 erklärte Species, welche sich auf zwölf Arten vertheilen und deren Geschlechter bis auf 5 ansteigen. Ich will nur die rationalen vollständigen Durchdringungen an-

führen, $g = h = 12$, $(r = 32)$, unter 21 Fällen 12, nämlich in Paaren mit $D = 4$, $\alpha = 5$, $\theta = 0$, $d = 0$ oder $= 1$, $r = 9$, $\alpha' = 4$ oder $= 0$, $r' = 22$; mit $D = 5$, $\alpha = 4$, $\theta = 2$, $d = 0$ oder $= 1$, $r = 10$, $\alpha' = 4$ oder $= 0$, $r' = 28$; mit $D = 6$, $\alpha = 3$, $\theta = 4$, $d = 0$ oder $= 1$, $r = 11$, $\alpha' = 4$ oder $= 0$, $r' = 34$; mit $D = 7$, $\alpha = 2$, $\theta = 6$, $d = 0$ oder $= 1$, $r = 12$, $\alpha' = 4$ oder $= 0$, $r' = 40$; mit $D = 8$, $\alpha = 1$, $\theta = 8$, $d = 0$ oder $= 1$, $r = 13$, $\alpha' = 4$ oder $= 0$, und mit $D = 9$, $\alpha = 0$, $\theta = 10$, $d = 0$ oder $= 1$, etc.

Unter den Raumcurven neunter Ordnung, welche vollständige Durchdringungen sind, (also mit $d = 0$, $g = h = 18$, $(r = 36)$, giebt es 62 sich selbst duale Species, deren Geschlechter von 10 bis 0 variiren; das Geschlecht 0 erscheint bei sieben derselben, nämlich bei $D = \varDelta = 4$, $\alpha = \beta = 6$,

$\theta = 0$, $r = 10$, $m^* = n' = 27$, $\alpha' = \beta^* = 14$, $g' = h^* = 213$, $r' = r^* = 34$, $t' = t^* = 20$; bei $D = \varDelta = 5$, $\alpha = \beta = 5$,

$\theta = 2$, $r = 11$, $m^* = n' = 34$, $\alpha' = \beta^* = 15$, $g' = h^* = 363$, $r' = r^* = 41$, $t' = t^* = 30$; bei $D = \varDelta = 6$, $\alpha = \beta = 4$,

$\theta = 4$, $r = 12$, $m^* = n' = 42$, $\alpha' = \beta^* = 16$, $g' = h^* = 585$, $r' = r^* = 48$, $t' = t^* = 44$; bei $D = \varDelta = 7$, $\alpha = \beta = 3$, $r = 13$, etc., bei $D = \varDelta = 8$, $\alpha = \beta = 2$, $r = 14$, etc.; bei $D = \varDelta = 9$, $\alpha = \beta = 1$, $r = 15$, etc; endlich bei $D = \varDelta = 10$ mit $\alpha = \beta = 0$, $\theta = 12$, $r = 16$, $m^* = n' = 84$, $\alpha' = \beta^* = 20$, $g' = h^* = 2658$, $r' = r^* = 76$, $t' = t^* = 160$. Das Geschlecht -1 kommt nicht mehr vor.

[Dr. W. Fiedler].

Ueber das Sehen der Sterne aus tiefen Brunnen. — Herr Ferdinand Carpentier in Zürich hat mir am 5. Februar 1874 folgende Notiz zugesandt, welche ich glaube ohne weitere Bemerkung als ein interessantes Zeugniss für eine sonst meist bezweifelte Thatsache veröffentlichen zu sollen. Er schrieb mir: „Als ich ein Knabe von 10 bis 12 Jahren war (also Ende der 20ger Jahre) grub man in Burg bei Magdeburg einen Brunnen von circa 90 Fuss Tiefe. Ein anderer Knabe meines Alters, ein Kamerad, erzählte mir, dass wenn man in den Brunnen hinabsteige, man bei hellem Tage die Sterne sehen könne. Ich wollte mich davon überzeugen und stieg zu diesem

Zwecke ebenfalls in den Brunnen hinab, und sah nun aus der Tiefe wirklich mehrere Sterne am Himmel. Es sind seit jener Zeit etwa 45 Jahre verflossen, so dass ich nicht mehr angeben kann, zu welcher Jahreszeit das Erzählte stattfand, sowie ich überhaupt nähere Details begreiflicherweise wieder vergessen habe; der Thatsache aber erinnere ich mich noch sehr genau und verbürge ihre Richtigkeit.“ [R. Wolf.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 4. Januar 1875.

1. In Abwesenheit des Herrn Bibliothekars legt der Herr Präsident ein Geschenk des Herrn Prof. Kölliker in Würzburg vor.

2. Herr Dr. Ch. Mayer berichtet über seine geologische Reise durch die Basilicata. Seitdem es eine geologische Wissenschaft gibt, seit Anfang des Jahrhunderts, ist die Landplage des Räuberwesens in Süditalien verbreitet, daher denn das Innere Dieses geologisch wenig bekannt. In neuerer Zeit endlich hat die Sicherheit auf dem Festlande mit Ausnahme von Calabrien genugsam zugenommen, um den einzelnen, freilich bewaffneten Forscher fast gefahrlos seinen Untersuchungen nachgehen zu lassen. — Auf Nachrichten dieser Art gestützt, machte der Vortragende, theils zu Wagen, theils zu Fuss, die Tour Salerno-Potenza-Bari hin und her, mit Abstechern von Potenza nach Pietragalla und nach Albano und er fand dabei folgende Anordnung der Sediment-Abtheilungen. Die grosse Küsten-Ebene Salerno-Eboli-Pastum hat, den am Fluss Sele sichtbaren Schichten nach, schon zu Anfang der Diluvialzeit sich zu bilden begonnen, während ihr innerer Stand von oberpliocänen (Travertin-)Hügeln gebildet wird. — Hinter diesen Hügeln streicht der Flysch über den Sele und gewinnt bald eine kolossale Verbreitung, so dass die älteren Gebilde nur inselartig aus ihm hervortauchen. Seine bunte, oft grelle Färbung scheint von umgearbeiteten, älteren, grellgefärbten Gesteinen (Lodevian? Karnian?) herzurühren. — Das grosse und hohe Plateau zwischen Postiglione, Auletta und

Polla möchte den an seinem Fusse gesehenen, sehr einförmigen Gesteinsproben nach, ganz der Kreideformation und nicht dem Jura angehören. — Vor Auletta befindet sich ein kleines, pliocänes Becken (Astian II und III). Zwischen Auletta und Vietri liegt zuerst Flysch, dann ein langer Bergrücken von Dolomit, Sand und Rauhwacke (Thuringian III ?) dann wieder ein kleines pliocänes Becken. — Um Auletta und gegenüber, am Monte la Rossa, rothe Quarzschiefer, Sandsteine und Hornstein mit Kohlenspuren (Lodevian), höher gegen Picerno weisse kegelförmige Dolomitberge (Thuringian), dann wieder bunter Flysch, endlich im Thal vor Picerno wieder ein kleines pliocänes Becken mit vielen Versteinerungen (Astian II). — Von Picerno an weit und breit Flysch, bald bunt, ja roth, bald sandsteinartig; er bildet selbst die Passhöhe und geht über Potenza bis gegen Pietragalla, Vaglio und Albano, um hier rechts nach Calabrien hin abzuweichen. Potenza liegt in der Mitte eines pliocänen Beckens, das auf allen Seiten von hohen Flyschbergen umgeben wird. Am Vasento, unterhalb der Stadt bricht ein Riff von Nummulitenkalk (ParisianI) hervor. Unterhalb Vaglio streicht von Pietragalla her, gegen Albano und südlich davon ein eocänes Becken parallel der Axe des Apennins, mit bunten Mergeln (Garumnian), gelben Quarzsandsteinen (Soissonian), wieder bunten Mergeln (Londinian), brecciösem Nummuliten-Kalke (Parisian I), grünen Mergeln und gelben Dendriten-Kalke (Parisian II) und, zu Albano, Sandsteinen und Conglomeraten (Bartonian), worauf hier der Flysch (Ligurian) folgt. Vor Tricarico scheint dann ein an Versteinerungen reicher Riff von Karstkalk (Turomian II), dieses eocäne Becken nach Osten begrenzt zu haben. — Zu Tricarico findet sich Leitha- und Nulliporenkalk (Helvetian III), mit vielen Versteinerungen: Pectunculus glycimeris, Pecten scabrellus, Cardium Kübechi, Panopäa Menardi etc. Dann beginnt die bis zum jonischen und zum adriatischen Meere gehende pliocäne Formation, Hügel von blauen Thonen mit Kuppen von gelbem Sand und Conglomerat bildend. — Unterhalb Miglionico tritt unter diesen blauen Thonen ein weisser, kreid. Kalkstein, mit fast ganz recenter Fauna hervor zu Matera und Altamura als Baustein ausgebeutet und reich

an Versteinerungen, um Grumo und Bari, ganz weich und grusig. (Messinian III?) Dieser Kalk wird seinerseits vom Karstkalk getragen, in dem, von Thala westlich von Matera an bis zum adriatischen Meere, alle Fluss- und Bachthäler schluchtartig eingeschnitten sind.

Hr. Dr. B. Baltzer berichtet hierauf über ein neues massenhaftes Vorkommen von Tridymit (Kieselerde). Bekanntlich gehört die Kieselsäure zu denjenigen Substanzen, die in der Natur in bunter Manchfaltigkeit auftreten. Sie ist es, die in den Bergkrystall, Amethyst, Jaspis, Hornstein, die verschiedenen Opale, den Chalcedon, Feuerstein, Achat u. s. w. bildet. — Herr Rose fasste im Jahre 1859 das darüber Bekannte dahin zusammen, dass diese bunte Mosaik von Vorkommnissen wesentlich auf zwei Haupttypen hinauslaufe, nämlich krystallisirte Alkalien so gut wie unlösliche Kieselsäure vom spez. Gewicht 2,6 und amorphe in Alkalien lösliche Kieselsäure vom spez. Gewicht 2,2—3,3. Jener Modifikation gehöre der Bergkrystall, überhaupt die Quarzarten, dieser die Opale an. Feuerstein, Achat seien Gemenge dieser beiden Haupttypen. — Von dem Bestreben geleitet, das was die Natur schöpferisch aufbaut, künstlich nachzubilden, um so dem Geheimniss der Entstehung näher zu kommen, beschäftigen sich mehrere Forscher mit der künstlichen Darstellung der Kieselsäure. An dieses Problem knüpfte sich um so mehr ein hohes Interesse, als der Quarz ein Hauptbestandtheil jener Gesteine ist, die gleichsam das Skelet unserer Erde bilden, wie Granit, Gneiss, Quarzporphyr etc. Ihre Bildungsweise ist noch immer eine nur annähernd gelöste Frage der Geologie. In der That gelang es Sénarmont 1851 und später auch Daubrée, Quarz auf nassem Wege zu erhalten, während Opal sowohl auf nassem Wege wie aus dem Schmelzfluss dargestellt worden ist. — In überraschender Weise stellte es sich 1868 heraus, dass nicht einmal die mineralogische Kenntniss der Kieselsäure abgeschlossen sei. In diesem Jahre entdeckte vom Rath in einem mexikanischen Trachyt ein neues Kieselsäuremineral, welchem er nach den eigenthümlichen Drillingsgestalten den Namen Tridymit beilegte. Letzterer hat das System und die Unlöslichkeit in Alkalien mit dem Quarz gemein, besitzt

aber das spez. Gewicht 2,3. Bald wurde das neue Mineral auch anderwärts aufgefunden, z. B. im Siebengebirg, den Euganeen bei Padua auf Santorin. Ein Jahr später stellte es G. Rose künstlich dar und zeigte, wie es aus amorpher Kieselsäure und Bergkrystall erhalten werden könne. In neuester Zeit endlich entdeckte Maskelyne im Meteoriten von Breitenbach ein viertes Kieselerdemineral, den rhombisch krystallisirenden Asmannit. — Der Vortragende hat nun die geologisch-interessante und auch für die Theorie der vulkanischen Aschen nicht unwichtige Beobachtung gemacht, dass der Krater auf der kleinen zu den Liparen gehörigen Insel Vulkano am 7. September 1873 eine Tridymiteruption gehabt hat. — An diesem Tage warf der Krater während dreier Stunden eine schneeweisse Asche aus, die ringsumher den Boden der Insel bedeckte, die Hügel derselben mit einem weissen Ueberzug bekleidete, als wäre Schnee gefallen. und so eine Lage bildete, welche auf der Nordseite der Insel 3 — 4 Cm. hoch war. Diese plötzliche massenhafte Bildung ist um so auffälliger, als der Tridymit bisher nur selten und in kleinen Mengen auftrat, so dass nicht alle Sammlungen im Besitz von Handstücken desselben sind. — Ferner scheint diese Asche der Repräsentant einer neuen Gruppe vulkanischer Aschen, wie sie bisher noch nicht beobachtet wurde, zu sein. Den Nachweis, dass es sich hier um Tridymit handle, lieferte der Vortragende durch die chemische Analyse, durch die Bestimmung des spec. Gewichts, der Löslichkeit in Alkalien und durch das optische Verhalten im polarisirten Licht. — Kurz nach dieser aussergewöhnlichen Leistung lenkte der Vulkan wieder in die Bahn seiner gewohnten Thätigkeitsäusserungen ein, indem er normale Aschenauswürfe, bestehend aus fein zerstäubtem Lavapulver, lieferte. — Wie entstand diese Tridymitasche? Vielleicht verbinden mehrere Verbindungswege den Krater mit seinem unterirdischen Herd, von dem die vulkanische Thätigkeit ausgeht. Wie aus Schloten der Dampf austritt, so kommen auch aus dem Krater stets saure Gase hervor. Dieselben zersetzten das Gestein der Schlotwandung, vielleicht auch flüssige Lava, wodurch der Tridymit entstand. Da die vorletzte Eruption 1786 stattfand, so wurden während 87 Jahren

nach und nach alle Verbindungswege mit Tridymit erfüllt, die erste heftige Gasexplosion am 7. Sept. 1873 schleuderte die Pfropfen heraus. Für diese Annahme spricht der Umstand, dass die weisse Asche das erste Produkt war, welches der in Eruption übergehende Vulkan lieferte.

4. Herr Prof. Fiedler macht zwei geometrische Mittheilungen, die eine über die einfachste Veranschaulichung des Bündels von Strahlen und ihren Normalebenen, durch die aus jeder Ebene die Gruppe der Punkte und Linien ausgeschnitten wird, welche für die Darstellung in Orthogonalprojektion die Affinitäten bestimmt, in denen die Figuren dieser Ebene zu ihren Projektionen und diese Projektionen zu einander stehen; die andere (oben p. 173) über Richtung und Ergebnisse einer Untersuchung über solche doppeltgekrümmte algebraische Curven, deren System zu sich selbst dual oder reciprok ist, oder bei denen unter den 21 durch die 14 Gleichungen der allgemeinen Theorie verbundenen Charakterzahlen 9 Paare von gleichen auftreten. — In einem Würfel hat man die Strahlen in den drei Gruppen: a) von drei Verbindungslinien der Mittelpunkte der gegenüberliegenden Flächen: Projektionsaxen x, y, z; b) von vier Verbindungslinien der gegenüberliegenden Eckenpaare: Halbierungsaxen h, h_x, h_y, h_z (vergl. des Verfassers „Darstellende Geometrie". Leipzig 1871. § 46., 3., 4. Fig. 83 und § 47., 3. Fig. 85 und in der vorbereiteten neuen Auflage pag. 156, 159, 167); c) von sechs Verbindungslinien der Mittelpunkte der gegenüberliegenden parallelen Kanten: Projektionen der Halbierungsaxen und Spuren der Halbierungsebenen.

Entsprechend die zugehörigen Normalebenen in den drei Gruppen: a) die drei Projektionsebenen yz, zx, xy; b) die vier Normalebenen $\mathbf{H}_n$, $\mathbf{H}_{nx}$, $\mathbf{H}_{ny}$, $\mathbf{H}_{nz}$ der Würfeldiagonalen h, h_x, h_y, h_z, durch den Mittelpunkt des Würfels — Ebenen, deren jede ihn in einem regulären Sechseck schneidet, dessen Ecken sechs unter den Mittelpunkten seiner Kanten sind; c) die sechs Halbierungsebenen $\mathbf{H}_x$, $\mathbf{H}_{x'}$, $\mathbf{H}_y$, $\mathbf{H}_{y'}$, $\mathbf{H}_z$, $\mathbf{H}_{z'}$, Diagonalebenen des Würfels durch die Paare seiner parallelen Kanten.

Diese Strahlen und Ebenen gehören einem orthogonalen Polarsystem im Bündel an und man hat in x, y, z; yz, zx, xy ein sich selbst polares Tripel, welches mit einem der Paare h, H_n; h_x, H_{nx}; etc. die Beziehung beider reciproken Bündel bestimmt; in h_x, h_y, h_z; H_{nx}, H_{ny}, H_{nz}, etc. vier zu einander polare Tripel von Strahlen und Ebenen, welche für die Axe h und die Ebene H_n, etc. zu einander perspectivisch liegen.

Es war aus der Betrachtung dieser Beziehungen, dass dem Verfasser 1858 zuerst die Ueberzeugung erwuchs, dass das Studium der darstellenden Geometrie von dem der Geometrie der Lage nicht getrennt werden dürfe; die wesentlichsten Beziehungen der Orthogonalprojektionen eines ebenen Systems sind eben an die Grundgesetze involutorisch reciproker Bündel geknüpft.

B. Sitzung vom 1. Februar 1875.

1. Herr Friedr. Weber, Apotheker in Enge, meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied der Gesellschaft.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende, seit der letzten Sitzung eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von Herrn Prof. Dr. Kölliker in Würzburg:

Kölliker, A., Die Pennatulide Umbellula. 4 Würzburg 1875.

Von Herrn G. vom Rath in Bonn:

Vom Rath, G., Worte der Erinnerung an Dr. Friedr. Hessenberger, 8 Bonn 1874.

Von der eidgenössischen Bundeskanzlei:

Rapport mensuel sur les travaux de la ligne du S. Gotthard. 23, 24. Fol.

Von dem eidgenössischen Baubüreau:

Schweizerische hydrometrische Beobachtungen, 1874 Januar bis Juni.

Uebersichtskarte des Schweizerischen Pegel- und Witterungsstationennetzes. 1871.

Von Herrn Director Reuleaux in Berlin:

Theoretische Kinematik von F. Reuleaux, 2 Theile u. Atlas, 8 Braunschweig 1875.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften (in Wien) Abtheilung I. LXVIII. 3—5, LXIX. 1—3.
„ II. LXVIII. 3—5, LXIX. 1—3.
„ III. LXVIII. 1—5.

Atti della società Italiana di scienze naturali, Vol. XVI. Fasc. 3 und 4.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien, Folge III., Bd. 22.

Journal of the chemical society, 140—142, of London.

Monatsbericht der k. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1874, September, October.

Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., Bd. VI, 2, 3.

Bulletin de la soc. J. des naturalistes de Moscou. 1874, 2.

Nouveaux mémoires de la soc. J. des naturalistes de Moscou, T. XIII. 4.

Neues Oberlausitzisches Magazin, Bd. 51.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn, XII, 1. und 2.

Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, Jahrg. 1873 und 74.

C. Von Redactionen:

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin, VII. 17, 18, 19.

D. Anschaffungen:

Reise der Novara. Zoologischer Theil. Bd. 2, Abtheilung 2, Heft 4.

Vogelsang, Herm., Die Kristalliten. 8 Bonn 1875.

Geographisches Jahrbuch. Herausgegeben von Behm, Bd. V.
Heuglin, Y. v. Ornithologie N. O. Afrika's, 50—53.
Liebig, J., Annalen der Chemie, 175. 1. 2.
Botanische Abhandlungen, herausgegeben von J. Hanstein, Bd. II. 3.
Nova acta regiæ societatis scientiarum Upsaliensis ,Vol. IX. 1.
Connaissance des tems pour 1876.
Mémoires de la soc. géolog. de France, Vol. X, 1.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, 1872, 3.
Miquel, F. A. W., De fossiele Planten van het Krijt in Limburg, 4.
Lindstrœm, G., Om Trias van Spitzbergen.
Cœmans, Eug., Description de la flore fossile du Hainaut.
Schweizerische meteorologische Beobachtungen, 1873, Nov.

Der Präsident, Herr Professor Hermann, eröffnete die Verhandlungen mit folgenden Worten:

M. H.! Wir können unsere heutigen Verhandlungen nicht beginnen, ohne des schmerzlichen Verlustes zu gedenken, den unsere Gesellschaft, unsere polytechnische Hochschule, den die Wissenschaft seit unserem letzten Beisammensein erlitten hat. Zu der Sitzung vom 18. Januar hatte sich in unsere Traktandenliste zu einer Mittheilung über das elektrische Pyrometer von Siemens eingezeichnet Herr Professor Johann Jakob Müller. An demselben Abend, den er uns in gewohnter Weise durch die Klarheit seiner Rede und die Gediegenheit seines Wissens genussreich machen sollte, waren wir berufen, seine Leiche zur letzten Ruhestätte zu geleiten.

Gestatten Sie mir, m. H., einige Worte der Erinnerung an unser dahingeschiedenes Mitglied. Sein leider so kurzer Lebenslauf hat nichts von grossen Schicksalen zu verzeichnen. Still wandelte er dahin, in strenger Arbeit, deren Möglichkeit er durch Entbehrungen zu erkaufen hatte. Geboren am 7. März 1846 in Stecken bei Seen, besuchte er 1852—58 die Elementarschule zu Elsau, dann bis 1862 die Sekundar- und Indutsrieschule zu Winterthur; im Herbst 1862 trat er an das dortige Gymnasium über, und im Herbst 1864 an die Zürcher Universität, um Medicin, in Wahrheit aber mit der ganzen Energie seines Wesens, besonders deren sicherste Grundlage, die

Naturwissenschaften zu studiren. Reichlich benutzte er auch die im Polytechnikum gebotene Gelegenheit, sich in der mathematischen Physik und in der reinen Mathematik die gründlichen Kenntnisse und die Sicherheit zu erwerben, durch die sich alle seine späteren Arbeiten auszeichnen. In seinen medizinischen Studien zog ihn namentlich die Physiologie mächtig an. Lange Zeit arbeitete er als Assistent bei Adolph Fick, dem das Verdienst gebührt, frühzeitig die ungewöhnliche Begabung des jungen Mannes erkannt, und seinen Bestrebungen Richtung gegeben zu haben. Fick selbst sagte zu mir 1868 in Dresden: in Müller habe ich ein Genie entdeckt, das an Helmholtz erinnert. In diese Studienzeit fallen 2 umfassende und schwierige physiologische Untersuchungen: die eine über die Abhängigkeit der negativen Schwankung des Nervenstrangs von der erregenden Stromstärke (mitgetheilt in dem von Fick herausgegebenen Hefte physiologischer Untersuchungen), die andere über den Drehpunkt des menschlichen Auges, welche er als Dissertation bei seiner im Sommer 1868 erfolgten Promotion drucken liess. Auf zwei ungemein weit von einander abliegenden experimentellen Gebieten hatte Müller schon jetzt schwierige Methoden, complicirte Apparate nicht bloss mechanisch handhaben, sondern sinnreich verbessern, ja neu construiren gelernt, und die Dissertation über den Augendrehpunkt, seine erste Publikation, liess schon in der Exaktheit und Schärfe der Darstellung schwieriger Gegenstände einen ungewöhnlichen Geist erkennen. Im gleichen Sommer machte er wie das Doctorexamen auch die medicinische Concordatsprüfung. Nach der Promotion ging er im Herbst 1868 nach Leipzig, wo er ein Semester lang physikalisch-mathematischen Studien oblag und in Ludwigs Laboratorium physiologisch arbeitete. In diese Zeit fällt eine Arbeit über die Athmung in der Lunge, worin die schwierige Frage behandelt wird, ob das Lungengewebe beim respiratorischen Gasaustausch einen spezifischen Einfluss ausübe. Schnell hatte er wiederum in ein ganz anderes experimentelles Gebiet sich hineingearbeitet und alle Schwierigkeiten der gasometrischen Analyse mit spielender Leichtigkeit überwunden. Den grössten Theil des Jahres 1869 brachte er dann in Heidelberg bei

Helmholtz zu, um sich mit seinem physiologischen Lieblingsgebiet, dem er auch später als Physiker treu blieb, mit der Physiologie der Sinneswahrnehmungen eingehend zu beschäftigen. Eine Arbeit „zur Theorie der Farben" gedruckt in Gräfe's Archiv und später in Pogg. Ann., war die Frucht dieser Studien; sie behandelt mit bewundernswürdiger experimenteller und kritischer Schärfe die Young-Helmholtz'sche Theorie der Farbenperception. Gegen Ende 1869 kehrte er nach Leipzig zurück, um eine Assistentenstelle bei Ludwig zu übernehmen. Aber schon im Sommer 1870 sehen wir ihn den wahrscheinlich längst geplanten Uebertritt von der Physiologie zur Physik vollziehen, indem er sich für Physik habilitirt. An Helmholtz hatte er in diesem Schritte einen Genossen; die Physiologie, in ihrem grösseren Theil eine angewandte Physik, führt fortwährend auf ungelöste physikalische Probleme, und bei der Beschäftigung mit diesen überwiegt leicht das allgemeine Interesse über das Spezielle des Anwendungsfalles, so dass zwei Forscher ersten Ranges, Helmholtz und Müller, es vorgezogen haben, ihre ganze Kraft den allgemeineren Fragen zu widmen, indem sie das thierische Objekt verliessen und Physiker wurden. Beide aber liessen auch später die Physiologie, besonders das Gebiet der Sinnesorgane, nicht aus den Augen. Müller publizirte als Physiker noch eine in das Jahr 1871 fallende physikalisch-physiologische, auf mathematischen Calcul gegründete Arbeit über die Tonempfindungen und 1872 eine Arbeit über den Einfluss der Raddrehung des Auges auf die Tiefenwahrnehmung; ja noch im letzten Jahre betheiligte er sich lebhaft bei der Arbeit des Hrn. Dr. Kleiner über die Wirkung intermittirenden Lichts auf das Auge.

Die Hauptarbeit Müller's war aber seit 1870 der Physik gewidmet, der er sich sorgenfrei hingeben konnte, nachdem er im Herbst 1872 als Professor an das eidgenösische Polytechnikum berufen war. Hier in Zürich krönte Müller eine lange treue Liebe Ostern 1873 durch Heimführung der Braut; hier sollte auch seine Thätigkeit ihren frühen Abschluss finden.

Durch seine mathematische Begabung und Kenntnisse

besass M. für die Physik die sicherste Grundlage. Bedeutende theoretische und experimentelle Arbeiten hat er in den wenigen Jahren geliefert: über elastische Schwingungen, über die Fortpflanzung des Lichtes, über die Interferenz des Lichts bei grossen Gangunterschieden, über die spezifische Wärme der gesättigten Dämpfe, über ein aus dem 2. Satz der mechanischen Wärmetheorie sich ableitendes mechanisches Prinzip. Ueberall Scharfsinn, Tiefe des Gedankenganges, sinnreiche Methode, Vorsicht des Urtheils, überall jener den wahren Forscher charakterisirende umfassende Blick über die Tragweite des Resultats, der die Ergebnisse der speziellen Untersuchung weit hinausträgt in die unendlichen Fernen des Weltalls. Dabei beschäftigten ihn fortwährend und lebhaft die Fragen, nach den Grundlagen der menschlichen Erkenntniss; wie ernst M. dieser kritischen Untersuchung oblag, wird bezeugt durch einem im Winter 1872—73 im hiesigen Rathhaus gehaltenen Vortrag, sowie durch die Thatsache, dass M. bei Besetzung einer Professur der Psychologie und inductiven Philosophie an unserer Universität ernstlich in Frage kam.

In einer scharfsinnigen Untersuchung über eine der wichtigsten und tiefsten Fragen der Elektricitätslehre war Müller begriffen, als ihn die Krankeit erfasste und schnell dahinraffte. Am 27. Dezember 1874 kam er von einem Besuche unwohl nach Hause; es entwickelte sich ein schwerer Typhus, dessen unheilvolles Ende er vorausahnte. Trotz der sorgfältigsten Pflege seitens der treuen Gattin, die jetzt an der gleichen Krankheit darniederliegt, schloss er am 15. Januar Morgens sein arbeitvolles Leben. Erschütternd flog die Trauerkunde durch die Stadt.

Viele Berufsgenossen haben wir in den letzten Jahren zu Grabe getragen, viele, denen einzelne von uns persönlich näher standen; aber in keinem Falle darf ich sagen, war der Eindruck so niederschmetternd, das Ereigniss so tragisch. Einen Jeden von uns durchzuckt es wie eine Mahnung an die unsägliche Vergänglichkeit alles Menschlichen. Mitten aus fruchtbarer Arbeit, aus segensreicher Lehrthätigkeit, aus glücklichster Häuslichkeit sahen wir einen Mann, fast noch Jüngling, dahingerafft, von dem wir dachten, dass er erst am Anfang einer glänzenden Laufbahn stehe.

Dass Müller ein ungewöhnlicher Mensch war, fühlte jeder, auch der ferner Stehende, ja selbst der mit seinen Publikationen Unbekannte. Bei seiner zurückhaltenden, an Schüchternheit grenzenden Bescheidenheit fiel jedem sofort die ruhige Bestimmtheit seines Ausdrucks doppelt auf, sobald der Gegenstand wissenschaftlich war. In die kürzesten Worte wusste er in der Diskussion eine Fülle von Gründen, von Kenntnissen mit exaktester Gruppirung zu kleiden. Er setzte im wissenschaftlichen Gespräch ebenso wie in seinen Schriften beim Hörer und Leser viel voraus und zog ihn dadurch auf einen höheren Standpunkt. Am schönsten aber ersieht man seine glänzenden Eigenschaften aus seinen Schriften. Manche davon wird seinen Namen unsterblich machen. Unberechenbar ist der Verlust, den die Wissenschaft, den die Physik und auch mein Fach, die Physiologie, durch sein frühes Ende erlitten haben. Gewisse Dinge enthüllen sich nur auserwählten Geistern, zu denen auch Müller gehörte. Nicht Alles erscheint auf dem sichern Wege des Weiterbaues. Ein Gedankenblitz eröffnet oft neue ungeahnte Bahnen. Gerade in dieser letzteren Hinsicht ist jeder Tag des Lebens eines genialen Forschers wie ein Feld, auf dem ein neuer Schatz erscheinen kann, der vielleicht noch ein Jahrhundert unentdeckt ruhen würde. Desshalb ist der Verlust Müller's ein unersetzlicher.

Meine Herren, unsere Gesellschaft kann keine Denkmäler setzen, als die der persönlichen Erinnerung. Ich bitte Sie, ehren Sie heute das Andenken unseres unvergesslichen Todten durch ein kleines Zeichen, erheben Sie sich von Ihren Sitzen! (Dies geschah einhellig.)

Im Anschluss an die Worte des Präsidenten theilte Hr. Prof. Fiedler die beiden Sätze mit, welche der verstorbene Hr. Prof. Müller als durch seine letzte unvollendete Experimentaluntersuchung mit grosser Wahrscheinlichkeit begründet, am 2. Januar a. c. im Beginn der Krankheit, welche ihn hinraffte, ihm in die Feder diktirt hat. Sie lauten: I. Isolirende Medien üben auf die Stärke der Induction den entgegengesetzten Einfluss aus wie der inducirte Magnetismus der Leiter. II. Statische Electricität auf Isolatoren angehäuft übt

einen Einfluss auf die Stärke der Induction aus. Zu ihrer Erläuterung hat Hr. Dr. Kleiner, der an den Versuchen betheiligte Assistent Müller's, eine Schilderung des Ganges der Experimantaluntersuchung gegeben, welche vorgelesen wird und eventuell in der Vierteljahrsschrift veröffentlicht werden soll[1]; auch sie gibt Zeugniss von dem erfinderischen Geiste Müller's, der grosse Schwierigkeiten aus dem erworbenen Vollbesitz der wissenschaftlichen Hilfsmittel zu überwinden verstand.

Herr Professor Culmann hält einen Vortrag über die Anwendung komprimirter Luft bei Gründungen. Der Vortragende glaubt, dass eine kurze historische Entwicklung der für das Baufach so wichtigen Anwendung komprimirter Luft bei Gründungen nicht ohne Interesse für die Gesellschaft sein dürfte. Er zeigt zuerst, wie wenig die alten Gründungen auf Pfahlrost oder auch die Betonfundationen zwischen eingerammten Pfählen genügt hätten, um Strompfeiler für die zahlreichen Brücken zu gründen, die während der letzten 30 Jahre über die bedeutendsten Ströme gebaut worden sind, indem viele derselben tiefer gegründet werden mussten, als man mit den eingerammten Pfahlspitzen dringen kann. Die erste Anwendung komprimirter Luft in ähnlicher Weise wurde von dem Bergingenieur Triger 1839 gemacht, der bei Chalonnes mitten in der Loire einen Blechcylinder von $1{,}80^{m}$ Durchmesser niedertrieb, um Anthracitlager unter dem Flussbett zu erreichen. Durch Einpumpen von Luft wurde das Wasser in dem Cylinder entfernt. Schon bei dieser Gründung wurden Luftschleusen angewendet, wie sie jetzt noch üblich sind. Aus der Verbindung einer in Indien üblichen Gründungsmethode, darin bestehend, Brunnenschachte mittelst Taucherarbeiter zu versenken und dann mit Beton oder Mauerwerk auszufüllen, mit Triger's Methode, das Wasser durch Einpumpen von Luft zu verdrängen, entstand die Methode, Pfeiler mit kreisförmigen Querschnitten tief zu ver-

[1] Es ist dies unter Beigabe einiger im Nachlasse des Verstorbenen aufgefundener numerischer Daten auf pag. 135 — 150 bereits geschehen.

senken, welche im Jahre 1851 bei dem Bau der Brücke über den Medway bei Rochester zum ersten Mal zur Anwendung gekommen ist. — Diese Fundationsmethode wurde verbessert und viel angewendet, bis man im Jahre 1859 bei dem Baue der Rheinbrücke zwischen Strassburg und Kehl zuerst es wagte, einen ganzen Pfeiler auf diese Weise zu versenken. Man konstruirte einen hohlen und offenen Blechkasten, dessen Decke gross und stark genug war, um das Gewicht des ganzen steinernen Pfeilers aufzunehmen. In diesen Kasten wurde Luft eingepumpt und dadurch das Wasser aus demselben verdrängt; Arbeiter konnten darin graben, wie unter einer Taucherglocke. Durch Steigrohre wurden die Materialien hinausgeschafft und sowie der Kasten in Folge des Grabens in die Tiefe sank, wurde oben neu aufgemauert bis er die nothwendige Tiefe erreicht hatte, worauf auch der hohle Kastenraum mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt wurde. Diese Einrichtung ist im Wesentlichen bis heute dieselbe geblieben, allein die Manigfaltigkeit findet sich in der Art und Weise, die Decke des Kastens zu stützen, die Materialien aus demselben herauszuheben und aus dem mit verdichteter Luft angefüllten Raum hinauszuschaffen. — An den ersten Apparaten wurden neben zwei Einsteigröhren mit Luftschleusen noch ein barometerartiger Förderschacht angebracht, dessen Rand 0,06 m unter den des Kastens hinabreichte und der demnach ganz mit Wasser angefüllt war. In diesem Schacht förderte eine Baggermaschine die Materialien heraus, welche ihr unten durch die grabenden Arbeiter von allen Seiten zugeworfen wurden. Der grösste Nachtheil dieses Schachtes ist die Unzugänglichkeit des Apparates und der Arbeitsstelle in und unter der mit Wasser angefüllten Röhre. — Wie in den ersten der versenkten Röhren suchte man jetzt die Materialien in Eimern, Kübeln oder Tonnen in die Höhe zu ziehen und oben mittelst Luftschleusen, die bald da, bald dort, bald einfach, bald doppelt, auf die verschiedenartigsten Arten und Weisen angebracht wurden, hinaus zu schleusen. In der letzten Zeit ist man wieder auf die Baggermaschinen zurückgekommen, die aber nicht mehr in einer mit Wasser, sondern in einer der mit komprimirter Luft angefüllten, demnach überall zu-

gänglichen Steigröhren arbeiten. — Eigenthümlich waren die Anordnungen bei der Gründung der Brücke über den Mississippi zu St. Louis. Die Luftschleusen waren unten in den grossen Kammern angebracht, so dass man in nicht komprimirter Luft in bequemer Wendeltreppe bis zur Kammer hinunter gelangen konnte und erst dort sich durchschleusen lassen musste, wenn man in das Innere gelangen wollte. Der grösste Theil des sehr schlammigen Materials wurde mit Schlammpumpen herausgeschafft, welche nach demselben Prinzip konstruirt waren als wie die Giffard'schen Speisepumpen, nur wurde, statt Wasser mit Dampf im Kessel, Schlamm mit Wasser an die Luft gerissen. Das Wasser wurde durch den Druck der städtischen Wasserleitung in Zirkulation gesetzt. — Das Fundamentauflager eines der Pfeiler wurde bei dieser Brücke bis zu einer Tiefe von 48,8 m unter den Wasserspiegel hinabgetrieben. Bei dieser Tiefe hatten die Arbeiter bereits schon mit bedeutenden leiblichen Beschwerden zu kämpfen. Ausser dem bekannten Ohrenweh, das sich auch schon bei geringern Tiefen fühlbar macht, aber in kurzer Zeit wieder verschwindet und das daher rührt, dass das Gleichgewicht der Luft vor und hinter dem Trommelfell nicht rasch genug durch die Tuba hergestellt werden kann, zeigten sich noch mehr und weniger intensive Congestationen, die Uebelkeiten und Ohnmachten verursachten. Um diese zu vermeiden, war man genöthigt, die Arbeitszeit bis auf eine Stunde zu reduziren.

Auf die Frage, welches wohl der grösste Luftdruck sei, dem der menschliche Organismus zu widerstehen vermöge, wurde von physiologischer Seite erwiedert, dass sich hierüber theoretisch nichts vorhersagen lasse, weil über die Compressibilität der feuchten thierischen Gewebe und die Folgen dieser Compression keine genügenden Erfahrungen existiren. Deformirende Einflüsse, z. B. Respirations- und Zirkulationsveränderungen seien wegen des allseitig gleichen Drucks nicht zu erwarten. Die etwaigen Einflüsse auf den Chemismus der Athmung seien noch nicht genügend festgestellt. Die Physiologie habe umgekehrt von den Erfahrungen bei den Gründungsarbeiten interessante Aufschlüsse zu erwarten.

6. Herr Prof. Fiedler weist Modelle von Flächen dritter Ordnung vor, mit begleitender Erklärung, nämlich ein neues Modell der allgemeinen Fläche mit 27 Geraden, in welchem die Schnittkurve mit der Hesse'schen Kernfläche angegeben ist; ein Modell der sogenannten Diagonalfläche, bei der diese Curve auf die 10 Knotenpunkte der Hesse'schen Fläche reduzirt ist; und ein Modell der Fläche dritter Ordnung mit vier Knotenpunkten — sämmtlich nach seiner Methode als Drahtmodelle ausgeführt durch die Herren Assistenten Hemming und Dr. Weiler. — Die Diagonalfläche ist übrigens nicht die einzige Fläche dritter Ordnung, bei welcher unter den von den 27 Geraden gebildeten 45 Dreiecken solche vorkommen, die zu Strahlbüscheln geworden sind; der Vortragende hat in der zweiten Auflage seiner Bearbeitung der Salmon'schen Raumgeometrie (Note 123, pag. 663) neben der Diagonalfläche ein von Cayley schon 1864 gegebenes Beispiel erinnert, in welchem diess dreimal vorkommt, und man kann leicht zeigen, dass noch eine Reihe anderer Fälle möglich sind, sowie auch ihre Gleichungen in analoger Form bilden; alle diese Fälle verdienen Aufmerksamkeit.

Zuletzt theilte der Vortragende noch einen im vorigen Sommer von ihm gefundenen Satz über den Ort der Hauptkrümmungscentra aller Flächen eines algebraischen linearen Gebildes dritter Stufe in einem Grundpunkte mit, der sich zu dem schon bekannten Satze stellt, nach welchem die Krümmungscentra der Curven eines Büschels in einem Grundpunkte eine Curve dritter Ordnung mit einem isolirten Doppelpunkt im Grundpunkte bilden, dessen Tangenten nach den Kreispunkten gehen.

Der Ort der Hauptkrümmungscentra ist ein Fläche vierter Ordnung mit einem isolirten Doppelpunkt im Grundpunkte, für welchen der Tangentenkegel nach dem imaginären unendlich fernen Kreis geht. Sie gehört wesentlich zum Flächenbündel zweiter Ordnung und es verdienen auf ihr ausser dem unendlich fernen Querschnitt diejenigen algebraischen Raumcurven besonderes Interesse, welche den Flächen mit Nabelpunkt im Grundpunkte und den Flächen mit gleichen und entgegengesetzten Hauptkrümmungsradien im Grundpunkte entsprechen.

C. Sitzung vom 15. Februar 1875.

1. Herr Friedr. Weber, Apotheker in Enge, wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

2. Der Präsident, Herr Prof. Dr. Hermann, gibt der Gesellschaft Kenntniss von einem Antrage, welchen Herr Prof. Dr. V. Meyer für die nächste Generalversammlung stellt, betreffend die Festsetzung des Beginnes der Sitzungen der Gesellschaft auf 7 Uhr Abends, statt wie bisher auf 6 Uhr.

3. Herr Bibliothekar Dr. Horner berichtet über ein der Gesellschaft von Seiten des Herrn Prof. Dr. Wydler in Bern zugesandtes Geschenk, legt das 3. Heft der Vierteljahrsschrift vor, und übergibt folgendes Verzeichniss eingegangener Bücher.

A. Geschenke.

Von Herrn Prof. Wydler in Bern:

65 Bände, naturwissenschaftlichen Inhalts.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Mittheilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft. IV. 6.

Sitzungsberichte der naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis" in Dresden. 1874. April bis September.

Verhandlungen des Vereins der preussischen Rheinlande. Jahrgang XXX. 2, XXXI. 1.

Jahresbericht des Lesevereins der deutschen Studenten Wiens. III. 1873/74.

C. Von Redactionen:

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrg. VIII. 1.

D. Anschaffungen:

Annalen der Chemie, Bd. CLXXV, 3.

Zeitschrift für analytische Chemie, VIII, 4.

Journal les Museums Godeffroy, 7.

Novitates conchologicæ. Supplement. IV. 20—22.
Figuier, L'année scientifique et industrielle, 18.
Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle, X. 2.
Heer, O., Flora fossilis arctica, Bd. III, 4. Zürich 1875.

4. Herr Prof. Schaer hält einen Vortrag über Carbolsäure, Salicylsäure und Chininsalze als Desinfektionsmittel. — Bei Betrachtung von Desinfektionsmitteln ergibt sich zunächst das Bedürfniss nach gedrängter Uebersicht und Classification sowohl der zu desinficirenden Materien, als der Desinfectionsmittel selbst. Hinsichtlich der ersteren lassen sich beispielsweise drei Kategorien unterscheiden, von denen die erste und zugleich weiteste ganz allgemein die in langsamer Zersetzung, resp. Fäulniss befindlichen organischen Stoffe, insbesondere stickstoffhaltige Materien umfasst, ohne dass deren Natur näher bestimmt oder bekannt sei; der zweiten Abtheilung entsprechen zumeist gasförmige, zum Theil wohl auch flüssige, aus den Materien der vorigen Gruppe entstehende Fäulnissprodukte, unter Umständen auch wohl als „Miasmen" oder „Effluvien" bezeichnet, welche, ihrer chemischen Natur und Zusammensetzung nach so gut wie unbekannt, sich unserem Organismus gegenüber als gesundheitsschädlich verhalten. Eine dritte Gruppe würde die Classe der Gährungserreger und Fermentmaterien im weiteren Sinne umfassen, Substanzen, welche zumeist als geformter Zelleninhalt (Protoplasma) mikroskopischer Organismen der Pflanzen- und Thierwelt (Hefe, Schimmelpilze, Protozoen u. s. w.), doch öfters auch nicht organisirte, lösliche Materien (ähnlich den Fermenten des Speichels, der Leber, des Malzes und vieler Pflanzensaamen) die allerverschiedensten Gährungen und chemischen Spaltungen zu bewirken vermögen, sei es, dass diese Erscheinungen ausserhalb des Organismus, im Schoosse leicht zersetzbarer Auswurfsstoffe, in den Grundwasserregionen oder anderswo verlaufen und zur Entstehung schädlicher Edukte führen, sei es, dass die Thätigkeit der Gährungserreger oder Fermente sich im Organismus selbst manifestirt und durch irgendwelche Veränderung der Säfte unmittelbar Gesundheitsstörungen hervorruft.

Was die Eintheilung der Desinfektionsmittel betrifft, so

lassen sich auch hier wenigstens drei Classen aufstellen, insofern wir den Ausdruck „Desinfektion“ im weitesten Sinne fassen. Zunächst sind als eine erste Gruppe die „antiseptischen“ oder „prophylactischen“ Mittel zu betrachten, als deren Hauptrepräsentanten einerseits gewisse Metallsalze, andererseits die Theeröle genannt werden können und deren Hauptwirkung darin besteht, stickstoffhaltige organische Materien, insbesondere eiweissartige Substanzen theils durch Verbindung mit denselben, theils durch eigenthümliche, physikalisch-chemische Veränderung (Gerinnung u. s. w.) fäulnissunfähig oder wenigstens weit weniger geneigt zu spontaner Zersetzung bei Luft- und Wasserzutritt zu machen. In zweiter Linie folgen die Desinfektionsmittel, die wir als direkte chemische Agentien bezeichnen können, insofern sie wie Chlorkalk und übermangansaure Salze faulende organische Stoffe oder Fäulniss- und Verwesungsprodukte durch rasche Oxydation zerstören, oder aber wie Eisenvitriol, Kalk und rohe Säuren, schädliche Zersetzungsprodukte oder Verbindungen, die zu gewissen Fäulnissprozessen besonders disponiren, chemisch binden und dadurch unwirksam machen. — Endlich kann eine dritte Reihe als die Gruppe der „spezifischen Desinfektionsmittel“ aufgefasst werden, deren Wirksamkeit sich hauptsächlich und in besonders auffallender Weise der oben genannten Classe der Fermentkörper gegenüber äussert; insoweit solche pflanzlichen und thierischen kleinsten Organismen gegenüber sich als Gifte erweisen und die von jenen lebenden Wesen abhängigen Gährungserscheinungen, resp. Spaltungsprozesse verhindern, mögen sie passenderweise als „Protoplasmagifte“ bezeichnet werden, während andere Substanzen, die auch Fermente und Fermentwirkungen in engem Sinne beeinflussen, kurzweg als „gährungswidrige Desinfektionsmittel“ aufzuführen sind. Hiebei ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass auch Desinfektionsmittel der beiden ersten hier angenommenen Gruppen, wie z. B. manche Metallsalze und oxydirenden Verbindungen (Ozonide) vermöge ihrer energischen Wirkungen auf albuminöse Stoffe den Fermenten gegenüber, die ihrer chemischen Natur nach im Allgemeinen den Eiweissarten nahe stehen, sich gleichfalls als intensive Gifte erweisen können.

Zu den hervorragenderen desinficirenden Materien, die als specifische Protoplasmagifte erscheinen und sich daher, bei den mehr und mehr herrschenden Theorien über die parasitäre Natur vieler Krankheiten, der besondern Beachtung und Verwendung von medizinischer Seite erfreuen, gehört neben der schon in der Medizin und Chirurgie eingebürgerten Carbolsäure, die als antiseptisches und desinficirendes Mittel eben erst bekannt gewordene Salicylsäure, welcher unter Umständen namentlich in der Chirurgie, eine ähnlich erfolgreiche Zukunft wie der nahe verwandten Carbolsäure bevorsteht. — Es wurden im weitern Verlaufe des Vortrages die wesentlichsten Notizen über die Zusammensetzung, den chemischen Charakter, die Darstellungsweise und Prüfungsmethode der beiden Säuren gegeben und unter Anderem darauf hingewiesen, dass der medizinische Vorläufer der Carbolsäure, das frühere Kreosot aus Holztheer sich durch fast vollkommenes Fehlen des Phenols (Carbolsäure) auszeichnet, statt dessen aber hauptsächlich sogenannte Homologe des Phenols, z. B. Cressol, nebenbei aber hauptsächlich zwei Derivate des Pyrocatechins, nämlich Guajakol und Kreosol führt, während die Carbolsäure oder Phenylsäure, — im reinen Zustande, wie sie arzneilich verwendet wird, eine weisse krystallisirte, bei 35° schmelzende in Wasser lösliche Substanz, in der Form der rohen Carbolsäure, als welche sie zur Desinfektion dient, neben braunen Farbstoffen besonders von Kohlenwasserstoffen (Homologen des Benzols) sowie von sogenannten höhern Phenolen begleitet ist, welche Körper sowohl die flüssige Form, als den höhern Siedepunkt der dunkel gefärbten rohen Phenylsäure bedingen. Hinsichtlich der Salicylsäure wurde erwähnt, dass dieselbe, in früherer Zeit aus ihrem Aether, dem nordamerikanischen Wintergreenöl (Gaultheria procumbens), zuweilen auch aus Salicin dargestellt, nunmehr durch Einwirkung von Kohlensäure auf erhitztes phenylsaures Natron (Natriumphenylat) und geeignete Behandlung des Reactionsproduktes erhalten ist. Diese künstliche Darstellungsweise, deren verbesserte Methode man Prof. Kolbe in Leipzig verdankt, wird in neuster Zeit in einer eigenen bei Dresden gelegenen Fabrik zur Bereitung grosser Mengen von Salicylsäure ausgebeutet.

Den letzten Theil der Mittheilung bildete die Besprechung des Verhaltens der Carbolsäure und Salicylsäure zu den Fermentkörpern, hinsichtlich derer die schon oben angedeutete Unterscheidung der zwei Klassen der organisirten (protoplasmatischen) und der nicht organisirten Fermente geboten scheint. Gleichzeitig wurde auf die denkwürdigen Untersuchungen Schönbein's (über die Fermente) hingewiesen, deren Kenntniss für verschiedene Punkte der öffentlichen Gesundheitspflege von ganz spezieller Bedeutung ist. — Nach den Versuchen des genannten Forschers besitzen die Fermentmaterien beider Klassen neben ihren specifischen Fermentwirkungen noch eine Anzahl allen gemeinsamer Eigenschaften, welche demnach mit zur Charakteristik dieser noch so wenig bekannten Substanzen gehören. Als derartige chemische Kriterien, die allerdings auch andern Körpern, jedoch meist in weit geringerem Grade zukommen, sind besonders hervorzuheben: 1° Die lebhafte Zersetzung (Katalyse) des Wasserstoffsuperoxydes, 2° das Vermögen der sogenannten Ozonübertragung, in Folge dessen z. B. das Wasserstoffsuperoxyd manchen Materien gegenüber wie freies Ozon oder Ozonide wirkt, gegen welche dasselbe ohne die Gegenwart von Fermenten sich indifferent verhalten würde, 3° die besonders energische Reduktion salpetersaurer Salze zu Nitriten. Die vor Jahren begonnenen, bis in die neueste Zeit fortgeführten Beobachtungen des Vortragenden führten ihn zur bestimmten Ansicht, dass die beiden genannten Säuren allerdings den „organisirten“ Fermenten gegenüber als tödtliche Protoplasmagifte wirken und nicht allein deren specifische, sondern auch allgemeine Eigenschaften sehr energisch aufheben oder abschwächen, dass sie aber in Bezug auf nicht organisirte Fermente (aus der Gruppe der Diastase) im Allgemeinen ohne wesentliche Wirkung auf die oben erwähnten Eigenschaften sowie auf die specifische Fermentnatur sind, obwohl damit die Möglichkeit gewisser Ausnahmen keineswegs geläugnet werden soll. — Halten wir die vorstehenden Beobachtungen mit dem auf medizinischer Seite vorliegenden Material über die Carbolsäure und verwandte Verbindungen zusammen, so dürfte dadurch die Wahrscheinlichkeit der Betheiligung

kleinster Organismen (protoplasmatischer Fermente) bei vielen pathologischen Vorgängen wohl eher erhöht als verringert werden; andererseits aber bleibt zu betonen, dass es zur Förderung der Desinfektionsfragen ernstlich geboten erscheint, die Wirkungen einzelner Desinfektionsmittel nicht aus theoretischen Schlüssen und Analogien abzuleiten, wohl aber nach allen Richtungen hin genau experimentell zu verfolgen. — Die Eigenschaften der Chininsalze als Protoplasmagifte und gährungsverhindernde Körper konnten, obwohl denjenigen der Carbolsäure sehr ähnlich, wegen vorgerückter Zeit nicht mehr zur Erörterung gelangen und wurde deren Erörterung auf spätern Anlass verschoben.

5. Herr Stadtingenieur Bürkli macht eine Mittheilung über den Hipp'schen Kontrolapparat im städtischen Pumpwerk.

Im Pumpwerk am oberen Mühlesteg dahier befinden sich vier Pumpen von denen zwei durch ein Wasserrad, zwei durch Dampfmaschinen bewegt werden; dieselben liefern das Wasser durch zwei Leitungen unter verschiedenem Druck in die beiden Reservoirs beim Polytechnikum einerseits, oberhalb der Sternwarte andererseits. Beim Betrieb des Werkes handelt es sich darum, die Wasserkraft der Limmat durch das Wasserrad möglichst vortheilhaft auszunutzen und die Dampfkraft nur in Thätigkeit zu setzen, wenn jene nicht ausreicht; zu diesem Zwecke muss dem Maschinisten der jeweilen disponible Wasservorrath, wie er sich durch den Wasserstand in den beiden Reservoiren ausspricht, bekannt sein. — Um bei einer solchen Einrichtung die maassgebenden Umstände nicht nur jederzeit beurtheilen zu können, sondern sich auch nachher bleibend von solchen Rechenschaft zu geben, wurde die Aufgabe gestellt, durch einen selbstthätig schreibenden Controlapparat auf einem durch eine Uhr gleichmässig fortbewegten Streifen Papier nachfolgende Angaben aufzuzeichnen:

1. Den Wasserspiegel der Limmat oberhalb des Wasserrades;

2. den Wasserspiegel der Limmat unterhalb des Rades so dass sich daraus unmittelbar das im Wasserrade arbeitende Gefäll der Limmat entnehmen lässt;

3. die Umdrehungsgeschwindigkeit des Wasserrades oder der von ihm bewegten Pumpen;

4. die Umdrehungsgeschwindigkeit der Dampfmaschine oder der durch sie bewegten Pumpen;

5. den Wasserstand im untern Reservoir;

6. den Wasserstand im obern Reservoir;

letzere beiden regelmässig alle Stunden sowie in der Zwischenzeit auf besonderes Verlangen.

Herr Direktor Hipp übernahm es, in der von ihm geleiteten Telegraphenfabrik Neuenburg diese Anfgaben zu lösen und konstruirte den vorgewiesenen äusserst sinnreichen Apparat. — Der Streifen Papier auf dem alle jene Angaben aufgezeichnet werden, wird durch eine Pendel-Uhr mit elektrischem Antrieb gleichmässig fortbewegt. — Die beiden Wasserstände der Limmat zeichnen sich auf diesem Streifen durch 2 ununterbrochene Linien ab. Die Bewegung der zwei Glasfedern, welche diese Linien schreiben, geschieht vom Schwimmer aus durch Schnüre mit Rollen und Hebelübersetzung. — Die Aufzeichnung der Pumpengeschwindigkeit wird in der Weise bewerkstelligt, dass je nach 200 Umdrehungen ein kurzer horizontaler Strich beschrieben wird. Die Entfernung je zweier Striche, entsprechend dem in der Zwischenzeit abgelaufenen Papier, giebt so unmittelbar die Zeitdauer an, welche für diese zweihundert Umdrehungen nothwendig war. Die zwei Federn, welche diese Striche beschreiben, sitzen an zwei kleinen Wagen, welche mittelst einer Schraube durch die Uhr nach Rechts bewegt werden. — Im Augenblick, wo der Zählapparat 200 Umdrehungen markirt, schliesst dieselbe einen galvanischen Strom, der durch einen Elektromagneten die Schraube auslöst, so dass der Wagen frei, und durch angehängte Gewichte plötzlich nach Links zurückgezogen wird, um hier seinen Weg von Neuem zu beginnen. — Die Wasserstandshöhe in den Reservoiren wird durch horizontale Striche aufgezeichnet, deren Länge genau $^1/_{30}$ der Wassertiefe beträgt. Je stündlich wird für jedes Reservoir je ein solcher Strich geschrieben, dieselben folgen sich also in bestimmter gleichmässiger Distanz. — Die Striche werden durch Federn geschrieben, die an einem vor

dem Papier sich bewegenden Wagen sitzen, und es geschieht die Bewegung dieses Wagens durch ein besonderes Uhrwerk. — Die Federn schreiben nur, wenn sie durch Schliessen eines elektrischen Stromes an das Papier angedrückt werden; so lange der Strom unterbrochen ist, stehen sie vom Papier ab. — Bei jedem Reservoir befindet sich ein weiteres Uhrwerk, das demjenigen am Control-Apparat genau entspricht. Durch einen Schwimmer wird an diesem Uhrwerk je dem Wasserstrich im Reservoir entsprechend ein Zeiger eingestellt, ähnlich einer Weckeruhr. Diese Apparate sind mit jenem im Pumpwerk durch Drahtleitungen verbunden. — Durch die Pendel-Uhr im Pumpwerk wird nur je stündlich das dortige Laufwerk in Bewegung gesetzt, der in der Zwischenzeit unterbrochene elektrische Strom geschlossen, dadurch das Uhrwerk bei den Reservoirs ebenfalls in Gang gebracht; am Apparat setzt sich der Wagen mit den Federn in Bewegung, die Letzteren schreiben auf dem Papier so lange, bis das Uhrwerk beim Reservoir so weit abgelaufen ist, um den Zeiger zu erreichen, der die Höhe des Wasserstandes bezeichnet, worauf der Strom unterbrochen wird, die Feder abspringt und zu schreiben aufhört. — Beide Uhrwerke beschreiben hierauf noch den Rest ihres Weges, um am Ende desselben den ursprünglichen Zustand wieder herzustellen und am Ablauf der nächsten Stunde oder in der Zwischenzeit bei willkürlicher Auslösung des Laufwerkes wieder bereit zu sein. — Die Angaben dieses Apparates gestatten den Wasserverbrauch in jeder einzelnen Stunde genau festzustellen, da zu der aus der Pumpengeschwindigkeit berechneten Wasserlieferung nur die Verminderung im Reservoirgehalt hinzugezählt oder abgezogen zu werden braucht. — So sinnreich der Apparat ist, kann allerdings nicht geleugnet werden, dass derselbe sehr difficil zu behandeln ist und der beständigen sorgfältigen Ueberwachung durch Hrn. Uhrenmacher Meyn bedarf, um in ununterbrochenem Gange zu bleiben.

D. Sitzung vom 1. März 1875.

1. Wegen Erkrankung des Herrn Weilenmann fällt der angekündigte Vortrag desselben aus.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner macht der Gesellschaft Mittheilung von einem an denselben seitens des Besitzers des Gletschergartens in Luzern, Herrn Amrhein-Troller, zugegangenen Geschenkes, bestehend in einer Anzahl sehr gelungener stereoscopischer Photographien von Theilen des Gletschergartens. Im Uebrigen übergibt er folgendes Verzeichniss eingegangener Bücher:

A. Geschenke:

Von Herrn Amrhein-Troller in Luzern:

Zwei Photographien und sieben Stereoscopbilder von dem Gletschergarten in Luzern nebst zwei darauf bezüglichen Flugschriften.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Von dem naturw. Verein in Hamburg. VI. 1.
Technische Blätter. Vierteljahrsschrift des deutschen polytechnischen Vereins in Böhmen. VI. 3, 4.
Mémoires de la soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, T. XI, 1.

C. Von Redactionen:

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, VIII. 2, 3.
Gäa, 1875, 1.
Der Naturforscher. 1875, 1.

D. Anschaffungen:

Association Française pour l'avancement des sciences, deuxième session Lyon 1873.
Abhandlungen der Schweizerischen paläontologischen Gesellschaft. Bd. I. 4 Zürich 1875.
Rohlfs., G., Quer durch Afrika. Th. 2.
Palæontographica. XXI. 6.
Heuglin, Th. v., Ornithologie Nordost-Afrikas. 54. 55.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd. IV. 3.

3. Herr Prof. Fritz macht Mittheilungen über den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und der Hagelfälle. Der Vortragende zeigt, namentlich mittelst graphischer Darstellung, als Ergänzung zu den betreffenden Stellen im diesjährigen Neujahrsblatte der naturforschenden Gesellschaft, dass der periodische mit der Sonnenfleckenhäufigkeit parallel gehende Wechsel der Häufigkeit der Hagelfälle aus den Beobachtungen aller Orte zwischen dem Aequator und den höheren Breiten nachweisbar ist; dass sowohl in Ostindien, wie in den Breiten von Shetland, Petersburg und selbst von Archangel für die letzten 100 Jahre die Hagelfälle nach Perioden von durchschnittlich 11 Jahren Länge in der Häufigkeit wechseln und dass selbst die grössere, etwa 56 Jahre umfassende Periode der Sonnenflecken, sich in den Hagelfällen abzuspiegeln scheint. Weiter wird gezeigt, dass selbst für kleinere Bezirke der Erdoberfläche, wie für den Kanton Zürich, das Gesetz für die letzten 170 Jahre noch nachweisbar ist. — An einer kleinen Karte des Kantons Zürich wird gezeigt, dass die Verwüstungen von 160 grossen Hagelfällen ganz besonders die Umgebungen des Züricher See's und des Rheines bei Eglisau und Rafz, dann das Limmatthal und die Bezirke Affoltern und Winterthur trafen, während die südöstlichen Theile des Kantons, namentlich der Bezirk Pfäffikon, mehr verschont blieben. Die Hagelzüge begannen meistens an der westlichen Kantonsgrenze und durchkreuzten den Kanton in westöstlicher oder südwest-nordöstlicher Richtung; nur ausnahmsweise kommen andere Richtungen der Hagelzüge vor.

4. Herr Ennes de Souza macht eine Mittheilung über die Ergebnisse einiger im Universitätslaboratorium in neuester Zeit von ihm ausgeführten Analysen und zeigt einen durch das Auftreten bisher nicht beobachteter Krystallflächen ausgezeichneten Bergkrystall vor.

5. Herr Prof. Heim macht eine Mittheilung über den gegenwärtigen Stand der Frage, welchen Antheil die Gletscher bei der Bildung der Thäler gehabt haben. Es hat sich unter den Geologen und Physikern eine Diskussion darüber entsponnen, welchen Antheil die Gletscher an der Thalbildung

genommen hätten. Die Engländer Tyndall, Ball, Ramsay denken sich die skandinavischen Fjordthäler, die Alpenthäler und die Seebecken etc. alle durch Gletscher ausgeschliffen. Dieser Ansicht können aber Gründe entgegengehalten werden, die sie wohl gänzlich umwerfen und als mit den Thatsachen im Widerspruch stehende Uebertreibung erweisen. Wenn Gletscher die Thäler gehöhlt hätten, so müssten alle Thäler jünger als der Beginn der Eiszeit sein, und grosse Thäler sich überhaupt nur in den Gegenden finden, die eine Eiszeit erlebt haben. — Die meisten Thäler sind aber nachweisbar viel älter als die Eiszeit, und es gibt ebenso grosse Thäler auch in Gegenden, die niemals eine Eiszeit erlebt haben. Auf einem breiten Hochplateau, wie es die Alpen gewesen sein müssten, wenn sie jemals ohne Thäler bestanden hätten, könnten sich gar keine Gletscher bilden, vielleicht kaum Schnee und Firnflächen. Der Verlauf der Thäler müsste ein ganz anderer geworden sein, indem die Gletscher radial von der Centralerhebung sich ausgebreitet hätten, und der Unterschied von Quer- und Längsthälern wäre nicht entstanden. Ferner müssten, hätten Gletscher die Thäler in ein ursprüngliches Hochplateau gehöhlt, die Thäler dem Zug der weichern Gesteine folgen, was im Allgemeinen nicht der Fall ist, und sie könnten nicht die sonderbaren Biegungen und sogar Zweitheilungen (Rheinthal bei Sargans) machen, die wir an ihnen beobachten. Hätte der Gletscher das Thal gehöhlt, so wären Vorsprünge und Hügel mitten in der Thaltiefe, wie wir sie so oft mit Gletscherschliffen bedeckt finden (Hügel unterhalb Amstäg etc.) eine Unmöglichkeit. Während der leicht bewegliche, thalhöhlende Fluss einem Vorsprung auswich, hätte der Gletscher gerade den Vorsprung am schnellsten zusammengeschliffen, um so mehr, wenn derselbe, wie meistens, aus keiner festern Gesteinsart besteht, als die übrigen Theile des Thales. — Die Vorsprünge an den Thalwänden, alle Felsköpfe und Unebenheiten in den Alpenthälern sind nur auf der oberen, der Stossseite des Gletschers abgerundet, und mit Gletscherschliffen versehen, auf der unteren Seite aber eckig geblieben, ohne Abrundung durch die Gletscher. Wir sehen hieraus unmittelbar, dass die Gletscher nur im Vergleich zu

den grossen Formverhältnissen ganz unbedeutende Abrundungen der scharfen im Wege stehenden Ecken hervorzubringen vermochten, nicht aber bedeutende Gesteinsmassen, ganze Berge hinweghobeln konnten. Das Querprofil aller Thäler im oberen Lauf ist wie ein V, und die nicht geschliffenen, obern zackigen Gräte zeigen vielfach die gleichen Böschungen wie die unteren, vom Gletscher polirten Abhänge. Allein hätten Gletscher die Thäler ausgeschliffen, so müssten sie am Grunde breit und rund sein von der Gestalt einer Mulde, und es wäre viel mehr Einförmigkeit im Relief der Gehänge. — In Schottland und in nordamerikanischen Gebirgen kreuzen die Gletscherstreifen, die alle in gleicher Richtung gehen und eine continentale Vergletscherung andeuten, die Richtung der Thäler oft unter schiefem, oft unter steilem Winkel. Die Gletscher haben sich quer über Bergrücken und Thäler bewegt — die Thäler sind somit nicht durch die Gletscher gehöhlt, und die Bergrücken leisteten den Gletschern Widerstand, sie sind nicht zu Thälern heruntergeschliffen worden. Wenn See'n und Fjorde sich nur in Gebirgen und Küstengebieten finden, welche eine Eiszeit gehabt haben, so hat das seinen Grund darin, dass die überdeckenden Gletscher die Fjorde und Seebecken vor Ausfüllung durch Geschiebematerial schützten, indem sie dasselbe an ihrem unteren Ende erst ablagerten. Auch Gebirge und Küstengebiete, die keine Eiszeit hatten, zeigen Seebecken, nur sind sie erloschen, d. h. schon ganz mit Geschieben ausgefüllt. - Der geschiebeführende Fluss schneidet die Sohlenlinie des Thales tiefer ein und die Verwitterung macht die dadurch untergrabenen Gehänge nachbrechen, sie erweitert die enge Schlucht zum Thal. Das stärkste Agens der Verwitterung aber ist der Frost. Ein Gletscher ist ein Körper von constant 0°. Die Winterkälte dringt nur sehr wenig tief in den Gletscher ein. Wo ein Gletscher den Boden bedeckt, ist derselbe vor Frost geschützt, und somit die Verwitterung und Thalbildung in einen relativen Stillstand gekommen. Der Bach unter dem Gletscher vermag in den Fels dann eine Rinne einzuhöhlen, denn er arbeitet viel rascher als der Gletscher; diese Rinne aber erweitert sich kaum, so lange der Gletscher nicht weicht. —

Ausfüllung mit Gletschern bringt somit die Thalbildung zum Stillstand, und rundet nur kleinere vorspringende Ecken ab. Das wesentlichste thalbildende Moment ist der geschiebeführende Fluss und die Verwitterung. [A. Weilenmann.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

260) (Forts.) Ein Gnomon, der nur wenige Schuhe hoch war, gab mir noch weniger Gewissheit als die Quadranten, an denen ich doch immer 1' genau unterscheiden konnte, u. höhere Gnomones hatten bei der Aufrichtung eigene sehr grosse Schwierigkeiten u. bey der Beobachtung entsprach der Erfolg der Erwartung nicht; denn entweder machte der Halbschatten beträchtliche Zweifel oder wenn man anstatt des Endes des Schattens einen Lichtpunkt wählte, so waren die Strahlen so sehr zerstreuet, dass die verlangte Schärfe und Genauigkeit der Observation abermals fehlte. Diese Mängel zu ersetzen und entweder den Halbschatten wegzuschaffen oder die in einem elliptischen Kreis zerstreuten Lichtschatten zu sammeln, musste auf Mittel gedacht werden. Das Schicklichste war nach meinem Bedunken ein Convexglass das nebst einem sehr grossen Foco auch eine genugsame Aream hätte: Ich hatte Mühe ein solches zu bekommen, doch endlich gelang es mir. Herr Brander in Augsburg hatte zwei nach des ber. Florentiner Campani Manier von den Gebrüder Wengs ehemals verfertigte überaus kostliche und vortreffliche Objektivglässer zu bekommen Gelegenheit; das eine hatte er schon vor 3 Jahren an die Akademie in Petersburg versendet, das andere hatte er noch bey Handen und er wollte es mir um einen zimmlichen Preiss überlassen. Ich nahm es mit Dank an: Es ist auf beyden Seiten erhaben, der Diameter seiner Area hält beinahe $^1/_2$' und sein Focus ist 35' franz. . . . . Mit diesem Werkzeug habe ich den 29. Julii 1776 und folgende Tage die Polhöhe von Zürich bestimmt wie folgt: Da ich aus vielen vorhergegangenen Observationen schon wusste wohin sie bis ungefähr auf eine Minute fallen möchte, so habe, um die ganze Focallänge des Objectivs zu nutzen, gegen Mittag 30' über einer

gepflasterten Laube Einen Gnomon und zu äusserst an demselben das eben beschriebene Objektivglas angerichtet. Dazu war nöthig sowohl oben in demjenigen Gemach wo der Gnomon aufgestellt ward, als unten auf der Laube, wo er mit dem Lichtpunkt hinweisen sollte, genaue Mittags Linien zu ziehen. Ich that das mit aller immer möglichen Sorgfalt, indem ich mit dem grossen Branderschen Helioskop, das mit einem in seine 144 Theile auf Glass gezeichneten Micrometer versehen ist, die culminirende Sonne etliche Tage nach einander beobachtete und aus dem Resultat der Beobachtungen die Mittagslinie oder eigentlich den Schatten, den das Triangulum filare in dem Moment der Culmination machte, rectificirte. Diese Mittagslinie wurde nun sowohl auf die untere gepflasterte Laube, die sich gegen Mittag vermittelst einer ziemlich grossen Thüre öffnet, als auf der Fensterbank des 30′ darob liegenden Saales übergetragen. Vormittag, den 29. Julii 1776 habe ich von dem Plano horizontali der untern Laube mit der grössten Sorgfalt eine Höhe von 30′ und $\frac{1053}{1440}$ Fr. bis in das Fenster des Saales, das geradeüber der Thür der Laube war, gemessen; dann habe zu äusserst an eine 16′ langen Latte ein Senkbley angebracht, und darüber das Objectivglass bevestiget und es jetzt an diesem Arm ungefähr 15′ weit genau in der Mittagsfläche liegend und mit Wasserwaagen horizontal gestellt vor das Fenster hinauslangen lassen, so dass das Senkbley, welches unten mit einer Nadel spitzig gemacht war, die untere Mittagslinie genau berührte. . . . . Endlich war der Augenblick des Mittags da, und das Centrum des Sonnenbildes von der Mittagslinie durchschnitten. Ich zeichnete den Punkt und maass bis an die Spitze des Senkbleys genau 16′ $\frac{783}{1440}$ franz. . . . . Der Senkel war, wie schon oben angedeutet worden, zu äusserst an der Latte, genau unter dem innern Rand des Objectivglasses bevestiget, und da die Oeffnung des Objectivglasses nach der sorgfältigsten Messung $\frac{700}{1440}$ ist, so musste die Hälfte, oder $\frac{350}{1440}$ als eine beständige Grösse zu dem jedesmahls gefundenen

Abstand des Sonnenbildes vom Senkel addirt werden. [4]) .... Den 30. und 31. Julii habe eben dieselbe Observation wiederholet ..... Diese Data geben hiermit nachfolgende Resultate:

	I. Observation.			II. Observation.			III. Observation.		
Altitudo ☉ merid.	61°	21′	16″,40	67°	6′	33″,02	60°	51′	40″,40
Declin. ☉	−18	36	7	−18	21	33	−18	6	40
Diff. Merid. Berol.	−	1	3	−	1	3	−	1	2
Aequ. Temporis			14,30			14.20			14,15
Refractio media	−		32,40	−		32.60	−		32,75
Correctio meteorol.			3,50			3,20			3,60
Parall. ☉			4			4			4
Elevat. Aequat.	42	43	55.80	42	43	45,82	42	43	47,40

Es ist also im Mittel 42° 43 49″, 67 die wahre Equatorhöhe zu Zürich, deren Complement 47° 16′ 10″, 33 der Breite oder Polhöhe gleich. [5]) — Schon lange hatte ich gewünscht, die Länge der Stadt Zürich zu bestimmen und mehrmahlen bereitete ich mich ganz vergebens die oder diese Gelegenheit hierzu zu nutzen bis es mir endlich in der Nacht zwischen dem 30. und 31. Julius 1776 gelang, bey überaus günstigem

---

[4]) Eigentlich, wenn wenigstens die Linse vertical hing, ihr Radius r und die Sonnenhöhe h war, nur r. Cotgh.

[5]) Da (abgesehen von der eben erwähnten Correction) die trigonometrische Berechnung der Höhe richtig ist, die Sonnendeclination (abgesehen von ihrer Uebertragung auf Zürich) ebenfalls dem Berliner Jahrbuche entspricht, und die begangenen Fehler nicht einmal in dem Sinne gewirkt haben, in welchem die Polhöhe fehlerhaft ist, — anderseits Waser in der Anordnung seiner Beobachtungen sorgfältig war, und seine drei Bestimmungen gut correspondiren, so weiss ich wirklich nicht, wo die Gründe für seine grossen und systematischen Fehler gesucht werden müssen, — alle gemachten Suppositionen wollten nicht Stich halten. Vergleiche übrigens noch die Noten 7 und 8.

Himmel in Gegenwart unterschiedlicher Herren und Freunde zu beobachten .... Zu Reglirung der Uhr habe ich mich eben derselben Mittagslinie bedient, die die Basis zu Bestimmung der Polhöhe gewesen ist .... Es ist aber die Folge der Observationen[6]) nach der wahren Zeit und Zürcher Uhr diese:

Anfang der Verfinsterung	10^h	36^m	40^s
Augenblick der völligen Verfinsterung ...	11	37	24
Austritt des Mondes aus dem Erdschatten ..	1	13	37
Ende der Finsternuss	2	11	34

Der Unterschied der Zeit zwischen Paris[7]) und Zürich 26^m 14^s und also die Länge der Stadt Zürich 26° 33′ 30″[8]).

---

[6]) Ich habe eine Reihe von Immersionen und Emersionen von Mondbergen weggelassen.

[7]) Im Manuscr. stand ursprünglich Berlin; dann wurde dies ausgestrichen und darüber mit gleicher Hand und Tinte Paris gesetzt.

[8]) Bode gab in seinem Jahrbuche auf 1776 für die am 30./31. Juli 1776 zu erwartende Mondfinsterniss in wahrer Berliner-Zeit

Anfang der Finsterniss	11^h 2^m	38^s	also	25^m	58^s	mehr als Wasers Beob.	
„ „ tot. Finst.	0 1	49	„	24	25	„ „ „	„
Ende der tot. Finstern.	1 38	37	„	25	0	„ „ „	„
„ „ Finsterniss	2 37	48	„	26	14	„ „ „	„

so dass nach Waser Berlin im Mittel etwa 25^m 24^s östlich von Zürich liegen würde, anstatt den jetzt angenommenen 19^m 23^s; es hat also Waser Zürich um 6^m 1^s westlich gerückt. Nach der Beobachtung von Mallet in Genf (Berl. Jahrb. auf 1781) endigte die Finsterniss daselbst etwa um 2^h 7^m 6^s w. Z., also würde in Vergleichung mit der entsprechenden Bestimmung von Waser Zürich nur 4^m 28^s östlich von Genf liegen, während die Differenz 9^m 35^s beträgt, — es hat also auch nach dieser Vergleichung Waser seine Vaterstadt beträchtlich nach Westen gerückt, und es ist daher seine Bestimmung irrig. — Wie nun aber Waser, dessen 26^m 14^s gerade mit der aus dem Ende der Finsterniss von ihm gegenüber Berlin erhaltenen Differenz übereinstimmen und also wahrscheinlich von ihm auch derselben entnommen wurden, dazu kam die unter 7 erwähnte Correctur vor-

Nun käme es an die Ausmessung des Landes, ein höchst wichtiges und mühesames Werk, worbey kein anderes als nur das Trigonometrische Verfahren stattfindet, folglich mehr als gemeine Fertigkeit in dieser Art Rechnungen und exquisite äusserst scharf und genau getheilte Instrumente erfordert werden. Die Instrumente deren ich mich bediente, sind, ein grosses Engl. Teleskop des James Short in London verfertiget und ein besonderer Sektor oder Goniometer, den ich selbst zu Bestimmung des Fundamental und einiger anderer Triangul gemacht habe, ausgenommen, alle von dem grossen Künstler Hrn. Brander in Augsburg mit Glasmicrometer, Noniis und Vergrösserungsgläsern die Eintheilungen darmit zu unterscheiden behörig und nach Wunsch versehen. Bei den Beobachtungen habe ich alle Aufmerksamkeit und Sorgfalt angewendet, und bei der Berechnung und Ausführung alle Vortheile und Kunstgriffe der Neuern und grössten Mathematiker und Ingenieurs, der Herren Kästner, Lambert und des geheimen Raths von Osterwald und was die Uebung und eigenes Nachdenken an die Hand geben konnte, genüzt und dabei unglaubliche Erleichterung gefunden . . . . [9]).

---

zunehmen und dadurch die Zürcher-Länge von Berlin zur Pariser-Länge von Zürich zu machen, um sodann durch Verwandlung in Bogen und Zuschlag von 20° seine 26° 33′ 30″ als Länge von Zürich in Beziehung auf Ferro zu erhalten, ist mir absolut räthselhaft. Ich will durchaus nicht auf das ohnehin mehr als genug besudelte Andenken des unglücklichen Mannes neuen Schatten werfen, aber die Sache kommt mir wirklich etwas bedenklich vor: Würde der Fehler in der Längenbestimmung allein dastehen, so wäre das Einfachste, ihn durch eine, allerdings etwas arge, Unrichtigkeit der Mittagslinie zu erklären, — und wären die von Waser bestimmten Sonnenhöhen zu klein, und nicht gerade zu gross, so würde damit auch der Fehler in der Polhöhe begreiflich werden; aber diese Divergenz der Fehler, und nun erst uoch diese unglückliche Correctur, was soll man damit machen?

[9]) Das noch Folgende ist nur noch ein Bruchstück über die Vortheile einer kurzen, aber sehr sorgfältig gemessenen Basis. Ob der Rest verloren gegangen oder nicht geschrieben worden, weiss ich nicht.

261) M. Alph. de Candolle hat in dem „Bulletin de la Société botanique de France" dem IV 238 beiläufig erwähnten, verdienten Botaniker, Professor Karl Friedrich Meissner in Basel (Bern 1800 — Basel 1874) eine kurze, aber sehr anerkennende „Notice biographique" gewidmet.

262) Herr Oberbibliothekar Dr. Sieber in Basel hat mir am 16. April 1874 folgende interessante Mittheilung gemacht: „Wir sind vor einiger Zeit in den Besitz einer Schulcomödie gelangt, die von Dr. med. Caspar Wolf eigenhändig geschrieben und folgendermassen unterzeichnet ist: Caspari Vuolphij Medici Anno salutis 1601 aetatis sue anno 70. Das Ganze enthält 12 Quartseiten. Ein Titel ist nicht vorhanden; der Anfang lautet:

Actus primi argumentum.
Choragus ist Syluanus: ein Wildermann.
Chorus sind dry schwartz Moren.
Syluanus.
Ein wyten wäg ir greiset sind
Eh ir hand gfunden disz gesind u. s. w.

Am Rande stehen die Namen derer, welche die betreffenden Rollen agiert haben; z. B. der erste Mohr: Jacob Vrich, der 2. Hans Schwytzer, der 3. Christoph Aescher. Es sind im Ganzen 5 Akte; sämmtlich von geringer Ausdehnung. Im 2. Akt tritt Mars auf mit Wilhelm Tell, Erni us dem Melchthal und Stauffacher; im 3. Apollo und 3 Musen; im 4. Maurus, ein wyser Mor und 3 Zigeunerinnen; im 5. ein Rusticus und 3 Bäurinnen. Schluss:

„Wie wers? Wir thedtend hie yekeren,
Ich alen ein halbs: thued euch nütt sperrn."

Auf eine leere Seite ist dann aufgeklebt ein lateinischer Epilogus von anderer Hand; am Rande steht von der ersten Hand: D. Raphaelis Eglini."

263) In Beziehung auf die unter Nr. 78 meines in den „Astronomischen Mittheilungen" veröffentlichten Verzeichnisses der Sammlungen der Zürcher Sternwarte, wegen der Signaturen A. W. und J. C. B. offen gebliebenen Fragen, hat mir Herr Oberst Adolf Bürkli, welchen ich darüber in Anfrage setzte, aus den vom seligen Oberst Nüscheler in den

Neujahrsblättern der Feuerwerker-Gesellschaft publicirten historischen Mittheilungen folgenden Aufschluss geben können: A. W. bezieht sich ganz bestimmt, wie ich es vermuthet hatte, auf den schon I 305 erwähnten Inspector Andreas Wirz, — J. C. B. dagegen nicht, wie ich glaubte, auf Joh. Conrad Bürkli, sondern auf den Amtmann Joh. Caspar Brunner, der von 1749 bis zu seinem 1783 erfolgten Tode Gesellschaftsschreiber der Constabler war. In Betreff von Wirz fügt Herr Oberst Bürkli die damit ganz gut zusammenstimmende Notiz bei: „Inspector Wirz machte zuerst Proben und fand Regeln auf, auch mit Haubitzen richtig zu schiessen, was vorher Niemandem hatte gelingen wollen. Von 1765 à 1783 wurden von ihm und einigen Collegianten (dem Wirz'schen Collegio) beinahe alljährlich Pfund 30 à 50 Pulver verbraucht — als Application des durch Wirz den jüngeren Collegianten ertheilten theoretischen Unterrichts. — Ihm verdankten die meisten Mitglieder des Collegiums die Grundlage ihrer artilleristischen Kenntnisse!"

264) Es mögen nun wieder Auszüge aus der Horner'schen Correspondenz folgen:

Langsdorf[1]) an Horner, Tobolsk 1808 II 7. Seit unserer Trennung hat sich sehr vieles zugetragen! Das erste, freilich nichts Neues, ist, dass ich den verstorbenen (denn selig ist er nicht) Resanoff für den grössten Schurken erklären muss, den je der T. in die Welt setzte! Ich werde Ihnen manches schöne Stückchen zu erzählen haben. Eigentlich mein lieber Herr Hofrath, zu welchem Rang ich von Herzen gratulire, weiss ich nicht womit ich anfangen soll zu erzählen.— Von Kamtschaka reiste ich nach Unalaska, Cadiak, Amerika, Californien, und Gott weiss wohin alle; im vorigen Jahre verliess ich endlich, der Narrenpossen müde, den Resanoff, und überwinterte in dem vortrefflichen Kamtschaka, welches mir in der That im Vergleich mit N. W. Amerika ein Paradies zu seyn schien. — Im Mai 1807 verliess ich den östlichen Theil Asiens, und trat so allmälig meine Rückreise durch Sibirien

[1]) Horner's Begleiter auf der Reise um die Welt.

an. In Irkutsk erwartete ich die Winterstrasse, und hier wurde ich von Sr. Exz. dem Herrn General-Gouvernenr von Restel so gut aufgenommen, dass ich mich nun schon zwei Monathe hier aufhalte. In 10 Tagen werde ich ohnfehlbar von hier abreisen. Zwei grosse Schlitten mit allerlei zusammengescharrten Seltenheiten habe ich vor einigen Tagen nach Moskau abgefertigt. Was man mit mir anfangen, wie man mich empfangen wird, -- das weiss der liebe Gott. Da ich aber von Anfang an nicht des Geldes und Ranges wegen die Reise unternommen, so bin ich bis jezo noch immer bey meiner alten Maxime geblieben, und sehne mich nur recht herzlich zu den Meinigen. Sie werden sicherlich meinen einzigen Freund und Gönner, den Herrn Etatsrath von Krafft unterdessen haben kennen lernen; entschuldigen Sie mich bey ihm, ich bitte Sie, und empfehlen Sie mich demselben auf das verbindlichste. Mit blossen Komplimentenschreiben wollte ich ihn nicht beschweren, und daher war ich zurückhaltend. Bald, bald also, schätzbarster Freund komme ich selbst angerückt, und gleichsam von den Todten erstanden . . . . . Und unser Freund Tilesius, — Ey, ey, der hat seine Sache recht gut gemacht, wie ich höre.

Langsdorf an Horner, St. Petersburg 1808 VIII 17. Vergebens erwartete ich bis jetzt einige Nachrichten von Ihnen; indess das ist schon einmal der Welt Lauf, und mit Recht sagt man: aus den Augen, aus dem Sinn. Die schönen Reval'schen Frauenzimmer[1]) haben Sie wahrscheinlich St. Petersburg mit allem was darinnen ist vergessen machen. — In meinem Letzten habe ich Ihnen die mir bevorstehende Reise bekannt gemacht, und nun ist schon alles völlig entschieden. Mit Beybehaltung meines Gehaltes von der Akademie (und dieses auf Kaiserlichen Befehl) erhalte ich 600 Rubel zu meiner Equipirung und 1000 Rubel jährlichen Gehalt, freie Progon, Instrumente, Medicin etc. und reise nach Buchara und Samarkand als Karawanen-Arzt. — Der Himmel gebe, dass die Ab-

---

[1]) Es scheint, dass damals Horner zum Besuche bei Krusenstern's nach Reval gegangen war.

reise nicht so schnell geschehen müsse, dass ich Sie vielleicht nicht mehr zu sehen bekomme. Zu Anfang October muss ich in Orenburg seyn, und wie ich höre, so hat man schon Ordre's ausgestellt, dass man mir die Progongelder auszahlen soll. Ich werde, wenn es anders möglich ist, bis zu dem 10. bis 12. September mit der Abreise zaudern, welches deucht mir der Termin ist, wann Sie ohnehin hier sein wollten, und mir bleibt dann gerade noch Zeit übrig mit Bequemlichkeit nach Orenburg kommen zu können. — Sollte ich wieder Erwarten schlechterdings früher abreisen müssen, so seyen Sie unbekümmert, ich werde solche Vorkehrungen treffen, dass Sie alle Ihre Sachen, die recht gut bey mir aufbewahrt sind, in statu quo vorfinden sollen, das versteht sich von selbst dass Sie Ihr Absteigequartier bei mir nehmen, wenn ich auch, gleich nicht mehr hier seyn sollte, da es Ihnen bekannt ist, dass ich auf jeden Fall für 6 Monate bezahlen muss. Ich bedaure es recht sehr unserm gemeinschaftlichen Freund Krusenstern einen so vortrefflichen Gast abspenstig zu machen; indessen wenn es anders angeht, so bitte ich Sie es so einzurichten, dass wir noch einmal einander sehen, sprechen und umarmen, da wir dann auf lange Zeit und weite Strecken uns trennen müssen, — Sie nach Westen, ich nach Osten. Sie können ja bey ihrer völligen Abreise von hier noch einmal in Reval den Anker sinken lassen. Wenigstens stehen sie einmal ein Viertelstündchen früher auf, oder legen Sie sich etwas später und schreiben, wenn auch nur, dass Sie sich wohl befinden. (Fortsetzung folgt). [R. Wolf.]

Bestimmung einiger speziellen Minimalflächen.

von

Dr. Albin Herzog.

Die vorliegende Arbeit behandelt ein Problem, welches im Jahre 1872 an der mathematischen Section der VI. Abtheilung des eidgenössischen Polytechnikums als Preisaufgabe gestellt und im Sommersemester 1874 von Herrn Dr. Lebrecht Henneberg und dem Verfasser gelöst wurde.

Durch Anwendung einer neuen Methode der allgemeinen Lösung jener Aufgabe, welche sich aus einigen von Herrn Prof. Dr. H. A. Schwarz inzwischen in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich veröffentlichten Formeln ergibt, ist es mir gelungen, die damals gelieferte Arbeit in einigen Punkten zu vervollständigen, namentlich die behandelten Flächen hinsichtlich ihrer geometrischen Eigenschaften noch eingehender zu untersuchen.

In den ersten Abschnitten der nachfolgenden Untersuchung wird die Lösung der gestellten Aufgabe nach drei verschiedenen Methoden allgemein entwickelt und alsdann in den folgenden Abschnitten an einigen speciellen Fällen durchgeführt.

Die gestellte Preisaufgabe hatte folgenden Wortlaut: „*Eine Minimalfläche ist durch die Bedingung analytisch zu bestimmen, dass eine vorgeschriebene ebene Curve eine kürzeste Linie derselben sein soll.*"

Die Lehre von den Minimalflächen steht in inniger Beziehung zu der Theorie der analytischen Functionen. Der Zusammenhang, der zwischen den beiden Gebieten besteht, liegt ausgesprochen in dem von Herrn Prof. Weierstrass aufgestellten Satze, dass zu jeder Function complexen Argumentes eine bestimmte Minimalfläche gehört und umgekehrt. (Weierstrass: Ueber die Flächen, deren mittlere Krümmung überall gleich Null ist; Monatsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften vom October 1866, pag. 612—619.)

Mit diesem Satze ist für die Auffindung von speciellen Minimalflächen ein unbegrenztes Feld eröffnet; derselbe bildet auch den Ausgangspunkt bei der nachfolgenden Untersuchung. Bezeichnet nämlich $\mathfrak{F}(s)$ eine Function des complexen Argumentes s und wird durch ein vorgesetztes $\mathfrak{R}$ angedeutet, dass der reelle Theil der darauf folgenden complexen Grösse zu nehmen sei, so sind

$$x = \mathfrak{R}\int_{s_0}^{s} (1 - s^2)\,\mathfrak{F}(s)\,ds,$$

$$y = \mathfrak{R}\int_{s_0}^{s} i\,(1 + s^2)\,\mathfrak{F}(s)\,ds,$$

$$z = \Re \int_{s_0}^{s} 2\, s\, \mathfrak{F}(s)\, ds$$

die rechtwinkligen Coordinaten eines beliebigen Punktes einer durch die Function $\mathfrak{F}(s)$ bestimmten Minimalfläche. (Von der Bedeutung der complexen Variabeln s und der Function $\mathfrak{F}(s)$ wird später die Rede sein.)

Gelingt es nun im vorliegenden Falle, die Function $\mathfrak{F}(s)$ aus den gegebenen Bedingungen zu bestimmen, so ist die Aufgabe gelöst.

Allgemeine Lösung.

Bestimmung der Function $\mathfrak{F}(s)$.

I.

Die gestellte Aufgabe verlangt die Bestimmung einer Minimalfläche, welche eine gegebene ebene Curve als kürzeste Linie enthält.

Eine kürzeste Linie auf einer krummen Fläche ist durch die Bedingung charakterisirt, dass die Hauptnormale in jedem Punkte der Curve mit der Normale der Fläche in demselben zusammenfällt. Da nun im vorliegenden Falle die kürzeste Linie eine ebene Curve ist, so liegen die Hauptnormalen ihrer sämmtlichen Punkte in der Ebene der Curve und schneiden sich also, d. h. die kürzeste Linie ist zugleich eine Krümmungslinie der Fläche.

Die Gleichung der Curve, bezogen auf zwei zu einander senkrechte Axen, sei

$$y = f(x).$$

Jede Minimalfläche wird durch parallele Normalen auf die Oberfläche einer Kugel vom Radius 1 conform abgebildet. Lässt man den Mittelpunkt der letztern zusammenfallen mit dem Coordinatenanfangspunkt, so werden bei dieser Abbildung den Punkten der Curve $y = f(x)$ auf der Kugel die Punkte des in der XY-Ebene liegenden grössten Kreises entsprechen.

Durch stereographische Projection der Kugeloberfläche vom Punkte $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 1$ aus auf die Aequatorebene $Z = 0$ enspricht jedem Punkte X, Y, Z der Kugel ein Punkt in der Ebene $Z = 0$, welcher die complexe Grösse s geometrisch darstellt. Bei dieser Projection entspricht der oben erwähnte Kreis sich selbst, d. h. dem in der Ebene s liegenden Einheitskreise. Wenn also ein Punkt der Minimalfläche die gegebene ebene Curve durchläuft, so bewegt sich sein entsprechender Punkt in der Ebene s auf dem Einheitskreis.

Bezeichnet φ den Winkel, welchen die Normale in einem gegebenen Punkte der Curve mit der positiven X-Axe bildet, so ist

$$\frac{dy}{dx} = -\, cotg\, \varphi.$$

Dieser Winkel φ bestimmt denjenigen Punkt des Einheitskreises, welcher dem angenommenen Punkte der Curve entspricht.

Nun gestattet jede Minimalfläche noch eine zweite conforme ebene Abbildung, bei welcher den beiden Schaaren von Krümmungslinien zwei Schaaren von parallelen Geraden $p =$ const., $q =$ const. entsprechen; das Vergrösserungsverhältniss bei dieser Abbildung ist der Quadrat-

wurzel aus der Länge des Hauptkrümmungsradius in dem betrachteten Punkte der Minimalfläche umgekehrt proportional. Da nun im vorliegenden Falle die gegebene geodätische Linie zugleich eine Krümmungslinie der Fläche ist, so wird sie sich bei der Abbildung auf die Ebene, deren Punkte die complexe Grösse $p + qi$ geometrisch darstellen, verwandeln in eine Gerade einer der beiden Schaaren $p =$ const., $q =$ const. und zwar kann dieselbe beliebig gewählt werden. Der Einfachheit wegen soll vorausgesetzt werden, es sei die Gerade $q = 0$, also die reelle Axe. Ausserdem kann man, indem man noch über den Massstab passend verfügt, einen beliebigen Punkt der Curve $y = f(x)$ annehmen und festsetzen, er soll dem Punkte $p = 0$, $q = 0$ der Geraden $q = 0$ entsprechen. Dann aber ist zu jedem Punkte der Curve der entsprechende Punkt in der Geraden $q = 0$ bestimmt. Bezeichnet man nämlich mit dl das Linienelement der Minimalfläche, mit $d\lambda$ das Linienelement in der Ebene des complexen Argumentes $p + qi$ und mit ϱ den positiven Hauptkrümmungsradius in dem betrachteten Punkte der Fläche, dann ist

$$\frac{d\lambda}{dl} = \frac{1}{\sqrt{\varrho}}.$$

Längs der Geraden stimmt aber $d\lambda$ überein mit dp, weil dort $q = 0$ ist; es ist also auch

$$\frac{dp}{dl} = \frac{1}{\sqrt{\varrho}}.$$

Das Längenelement der geodätischen Linie ist:

$$dl = \varrho d\varphi,$$

wo ϱ den Krümmungsradius der Curve bezeichnet, und daraus folgt

$$\frac{dp}{\varrho d\varphi} = \frac{1}{\sqrt{\varrho}} \quad \text{oder} \quad \frac{dp}{d\varphi} = \sqrt{\varrho}. \qquad 1)$$

Für die Punkte des Einheitskreises, welcher bei der Abbildung auf die Kugel der Curve $y = f(x)$ entspricht, ist

$$s = e^{i\varphi}, \text{ also}$$

$$\frac{ds}{d\varphi} = ie^{i\varphi} = is. \qquad 2)$$

Durch Division der Gleichungen 1) und 2) ergibt sich

$$\frac{dp}{ds} = \frac{\sqrt{\varrho}}{is} \quad \text{und somit:}$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{dp}{ds}\right)^2 = \mathfrak{F}(s) = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\varrho}{s^2}.$$

$\mathfrak{F}(s)$ ist eine Function des complexen Argumentes s, welche erklärt ist für sämmtliche Punkte einer analytischen Linie, nämlich des Einheitskreises. Dieselbe lässt sich daher, einem bekannten Satze der Functionentheorie zufolge, nur auf eine einzige Weise analytisch fortsetzen.

Um jedoch die mit der Bildung von x, y, z verbundenen Integrationen ausführen zu können, ist es nöthig, dass man in jedem speciellen Falle ϱ als analytische Function von s auszudrücken im Stande sei.

Aus der gestellten Bedingung, dass die gegebene geodätische Linie der Fläche eine ebene Curve sein soll, ergibt sich, dass die Ebene der Curve eine Symmetrieebene der Fläche sein muss, indem durch die Stellung

des Problems keine Seite der Ebene vor der andern irgendwie bevorzugt ist. Ferner werden sich die Symmetrieen, welche die Curve selbst besitzt, auch auf die Fläche übertragen, in der Weise nämlich, dass jede durch eine Symmetrieaxe der Curve hindurchgelegte, die XY-Ebene senkrecht schneidende Ebene eine Symmetrieebene der Fläche sein muss.

II.

Führt man die zu s conjugirte Grösse s_1 und die zu $\mathfrak{F}(s)$ conjugirte analytische Function $\mathfrak{F}_1(s_1)$ ein, dann erhält man für das Quadrat des Linienelementes der Minimalfläche den Ausdruck

$$dl^2 = (1 + ss_1)^2\, \mathfrak{F}(s)\, \mathfrak{F}_1(s_1)\, ds\, ds_1 \qquad 1)$$

Es ist ferner

$$dz = s\, \mathfrak{F}(s)\, ds + s_1 \mathfrak{F}_1(s_1)\, ds_1.$$

(Siehe die früher erwähnte Abhandlung von Herrn Prof. H. A. Schwarz: »Miscellen aus dem Gebiete der Minimalflächen« aus dem XIX. Jahrgange der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich pag. 250).

Bezieht sich nun dl auf die gegebene kürzeste Linie, so hat man zu setzen

$$s = e^{i\varphi}, \quad s_1 = e^{-i\varphi}, \quad dz = 0, \quad \text{also}$$

$$0 = i\left[s^2 \mathfrak{F}(s) - \frac{1}{s^2}\, \mathfrak{F}_1(s_1)\right] d\varphi,$$

woraus folgt

$$\mathfrak{F}_1(s_1) = s^4\, \mathfrak{F}(s).$$

Substituirt. man für $\mathfrak{F}_1(s_1)$ diesen Werth in die Gleichung 1), so erhält man

$$dl^2 = 4\,s^4\,\mathfrak{F}(s)^2\,d\varphi^2, \quad \text{also}$$

$$\mathfrak{F}(s) = \pm\frac{1}{2s^2}\cdot\frac{dl}{d\varphi},$$

oder wenn man für $\frac{dl}{d\varphi}$ den Krümmungsradius ϱ der Curve einsetzt

$$\mathfrak{F}(s) = \pm\frac{\varrho}{2s^2}.$$

Man gelangt also zu dem nämlichen Ausdruck für $\mathfrak{F}(s)$, wie bei Anwendung der ersten Methode. Allerdings bleibt dabei das Zeichen von $\mathfrak{F}(s)$ noch durch eine besondere Untersuchung zu bestimmen, wovon indessen um so eher abgesehen werden kann, als eine Aenderung des Zeichens von $\mathfrak{F}(s)$ nur bewirkt, dass alle drei Coordinaten das entgegengesetzte Zeichen erhalten.

Diese zweite Methode zur Bestimmung der Function $\mathfrak{F}(s)$ verdient vor der erstern insofern den Vorzug, als dabei von dem Umstande, dass die gegebene geodätische Linie der Fläche zugleich Krümmungslinie derselben sei, kein Gebrauch gemacht wird. Es ist ausreichend zu wissen, in welcher Weise sich diese Curve in der Ebene s abbildet.

III.

Man kann die Aufgabe auch behandeln als Specialfall eines allgemeineren Problems und gelangt dadurch zu Ausdrücken für die Coordinaten x, y, z eines Punktes, die in gewissen Fällen bequemer sind, als die zuerst abgeleiteten, wie sich später bei den behandelten speciellen Beispielen zeigen wird.

Bezeichnet man mit u, v, w drei Functionen desselben complexen Argumentes t, von der Beschaffenheit, dass die Summe der Quadrate ihrer Ableitungen identisch verschwindet, dann sind

$$x = \mathfrak{R}(u), \quad y = \mathfrak{R}(v), \quad z = \mathfrak{R}(w)$$

die rechtwinkligen Coordinaten eines beliebigen Punktes einer Minimalfläche. (Vergl. die früher citirte Abhandlung von Herrn Prof. Weierstrass.)

Mit Hülfe dieses Satzes kann die Aufgabe allgemein gelöst werden: Eine Minimalfläche zu bestimmen, welche durch eine gegebene analytische Linie hindurchgeht und ausserdem in jedem Punkte derselben eine bestimmte Normalenrichtung hat, die sich nach einem bekannten analytischen Gesetze ändert.

Bezeichnet man nämlich mit x, y, z die Coordinaten eines Punktes der gegebenen analytischen Linie, mit X, Y, Z die Richtungscosinus der Normalen in dem betrachteten Punkte, resp. die Coordinaten seines sphärischen Bildes und setzt man jetzt

$$u = x + i\int (Zdy - Ydz),$$

$$v = y + i\int (Xdz - Zdx),$$

$$w = z + i\int (Ydx - Xdy),$$

so sind

$$x' = \mathfrak{R}(u), \quad y' = \mathfrak{R}(v), \quad z' = \mathfrak{R}(w)$$

die Gleichungen einer Minimalfläche, welche die gestellten Bedingungen erfüllt. (Vergl. Miscellen etc. von Herrn Prof. H. A. Schwarz.)



Die obigen Gleichungen lassen sich anwenden auf das vorliegende Problem. Dasselbe verlangt die Auffindung einer Minimalfläche, welche durch eine ebene analytische Linie hindurchgeht und in jedem Punkte derselben eine gegebene Normale hat, welche in der Ebene der Curve liegt.

Man hat also zu setzen

$$z = 0, \quad Z = 0, \quad \text{dann wird}$$
$$u = x, \quad v = y,$$
$$w = i\int (Ydx - Xdy) \quad \text{und somit}$$
$$x' = \mathfrak{R}(x),$$
$$y' = \mathfrak{R}(y),$$
$$z' = \mathfrak{R}\, i\int (Ydx - Xdy).$$

Für die Punkte der geodätischen Linie ist aber

$$Y = \sin\varphi, \quad X = \cos\varphi,$$
$$dx = -\sin\varphi\, dl, \quad dy = \cos\varphi\, dl.$$

Ertheilt man nun der Variabeln φ auch complexe Werthe, so ergeben sich als Endgleichungen der gesuchten Minimalfläche

$$x' = -\mathfrak{R}\int \sin\varphi\, dl,$$
$$y' = \mathfrak{R}\int \cos\varphi\, dl,$$
$$z' = -\mathfrak{R}\, il.^{*)}$$

*) Diese Gleichung lässt sich auch aus der Identität $(du)^2 + (dv)^2 + (dw)^2 = 0$ herleiten.

Die beiden Gleichungen

$$u = x, \quad v = y.$$

enthalten den Satz: Die Functionen u und v, deren reelle Theile die beiden ersten Coordinaten eines Punktes der Minimalfläche darstellen, sind durch dieselbe Relation mit einander verbunden, wie die Coordinaten x und y eines Punktes der geodätischen Linie.*)

Specielle Fälle

1.

Die gegebene geodätische Linie sei ein Kreis.

Zunächst kann man die Function $\mathfrak{F}(s)$ bestimmen. Dieselbe ist definirt durch die Gleichung

$$\mathfrak{F}(s) = -\frac{\varrho}{2s^2}.$$

Ist nun die Gleichung des Kreises

$$x^2 + y^2 = R^2, \quad \text{so ist}$$

$$\varrho = \text{const.} = R, \quad \text{somit}$$

$$\mathfrak{F}(s) = -\frac{R}{2s^2}.$$

Substituirt man diesen Werth in die allgemeinen Gleichungen der Fläche, so ergibt sich

---

*) Dieser Satz, sowie die Formeln für x', y', z' sind schon früher auf einem andern Wege abgeleitet worden von Herrn Dr. L. Henneberg in seiner Preisschrift über das nämliche Problem.

$$x = \frac{R}{2}\,\mathfrak{R}\,(s + \frac{1}{s}) + C_1,$$

$$y = \frac{R}{2}\,\mathfrak{R}\,i\,(\frac{1}{s} - s) + C_2,$$

$$z = -\,\mathfrak{R}\log s + C_3.$$

Bezeichnet man nun, um die reellen Theile der obigen Ausdrücke auszurechnen, mit ψ die Abweichung und mit r den absoluten Betrag der complexen Grösse s, dann wird

$$x = \frac{R}{2}\,(r + \frac{1}{r})\cos\psi + C_1,$$

$$y = \frac{R}{2}\,(r + \frac{1}{r})\sin\psi + C_2,$$

$$z = -\,R\log r + C_3.$$

Die Constanten C_1, C_2, C_3 sind aus der Bedingung zu bestimmen, dass für den Werth $r = 1$

$$x^2 + y^2 = R^2,\quad z = 0 \quad \text{sein soll.}$$

Hieraus ergibt sich

$$C_1 = C_2 = C_3 = 0;\quad \text{es ist also}$$

$$x = \frac{R}{2}\,(r + \frac{1}{r})\cos\psi,$$

$$y = \frac{R}{2}\,(r + \frac{1}{r})\sin\psi,$$

$$z = -\,R\log r.$$

Aus der letzten Gleichung folgt

$$r = e^{-\frac{z}{R}}$$

Durch Substitution dieses Werthes in die Ausdrücke für x und y erhält man

$$x = \frac{R}{2}(e^{\frac{z}{R}} + e^{-\frac{z}{R}}) \cos \psi,$$

$$y = \frac{R}{2}(e^{\frac{z}{R}} + e^{-\frac{z}{R}}) \sin \psi.$$

Diese beiden Gleichungen zusammen repräsentiren eine Fläche, die entsteht durch Rotation einer Kettenlinie um die Z-Achse; ψ ist der Winkel, welchen die Meridianebene mit der XZ-Ebene bildet.

Dieses Resultat liess sich von vornherein vermuthen; denn aus der Bedingung, dass die Fläche einen Kreis als kürzeste Linie enthalten soll, ergibt sich sofort, dass sie unendlich viele Symmetrieen besitzen und daher eine Rotationsfläche sein muss. Unter diesen ist aber bekanntlich die Rotationsfläche der Kettenlinie die einzige, welche der Minimalbedingung Genüge leistet.

2.

Die Fläche enthalte eine Cycloide als kürzeste Linie.

Die Gleichungen der Cycloide seien

$$x = R\,(\alpha - \sin \alpha),$$
$$y = R\,(1 - \cos \alpha).$$

In erster Linie kann man wieder die Function $\mathfrak{F}(s)$ bestimmen.

Zu dem Zwecke benutzt man die Eigenschaft der Cycloide, dass der Krümmungsradius ϱ in jedem ihrer Punkte gleich der doppelten Normalen ist, also

$$\varrho = 4\,R \sin \frac{\alpha}{2} = 4\,R \sin \varphi,$$

wo φ dieselbe Bedeutung hat, wie früher. Nun ist aber für die Punkte des Einheitskreises

$$e^{i\varphi} = s, \quad e^{-i\varphi} = s_1; \text{ es wird also}$$

$$\varrho = R\,\frac{s^2-1}{is} \text{ und somit}$$

$$\mathfrak{F}(s) = i\,R\,\frac{s^2-1}{s^3};$$

$$x = -\,\mathfrak{R}\int^s i\,R\frac{(1-s^2)^2}{s^3}\,ds,$$

$$y = \mathfrak{R}\int^s R\,\frac{(1-s^2)\,(1+s^2)}{s^3}\,ds,$$

$$z = \mathfrak{R}\int^s \frac{2\,i\,R\,(s^2-1)}{s^2}\,ds.$$

Durch Ausführung der Integrationen ergibt sich

$$\frac{2\,x}{R} = \mathfrak{R}\,i\,(\frac{1}{s^2} - s^2 - 4\log s) + C_1,$$

$$\frac{2\,y}{R} = -\,\mathfrak{R}\,(\frac{1}{s^2} + s^2) + C_2,$$

$$\frac{z}{2\,R} = \mathfrak{R}\,i\,(s + \frac{1}{s}) + C_3.$$

Setzt man wieder wie früher, um das Reelle vom Imaginären zu trennen,

$$s = r\,(\cos\psi + i\sin\psi) = r\,.\,e^{i\psi},$$

so wird

$$\frac{2x}{R} = \left(\frac{1+r^4}{r^2}\sin 2\psi - 4\psi\right) + C_1,$$

$$\frac{2y}{R} = -\frac{1+r^4}{r^2}\cos 2\psi + C_2,$$

$$\frac{z}{2R} = \frac{1-r^2}{r}\sin\psi + C_3.$$

Was die Constanten C_1, C_2, C_3 anbetrifft, so sind dieselben so zu bestimmen, dass sich für $r = 1$ die Cycloide ergibt. Für $r = 1$ wird aber

$$x = R\,(\sin 2\psi - 2\psi) + C_1',$$
$$y = -R\cos\psi + C_2',$$
$$z = 2\,R\,C_3;\ \text{es ist also}\ C_3 = 0.$$

Nun ist ferner

$$2\psi = 2\pi - \alpha,\quad \text{folglich}$$
$$x = R\,(\alpha - 2\pi - \sin\alpha) + C_1'$$
$$y = -R\cos\alpha + C_2'.$$

Hieraus ergibt sich

$$C_1' = 2\,R\,\pi,\quad C_2' = R.$$

Die Gleichungen der entstehenden Minimalfläche sind also

$$x = \frac{R}{2}\left(\frac{1+r^4}{r^2}\sin 2\psi - 4\psi\right) + 2\,R\,\pi, \qquad 1)$$

$$y = -\frac{R}{2}\,\frac{1+r^4}{r^2}\cos 2\psi + R, \qquad 2)$$

$$z = 2\,R\,\frac{1-r^2}{r}\sin\psi. \qquad 3)$$

Die Fläche ist transcendenter Natur; sie enthält eine einfach unendliche Schaar von algebraischen Curven, nämlich von Parabeln und kann mittelst derselben auf sehr einfache Weise erzeugt werden.

Diese Parabeln ergeben sich, wenn man $\psi = const.$ setzt, d. h. wenn man den Punkt s auf einer Geraden durch den Nullpunkt sich bewegen lässt. Dividirt man nämlich die Gleichung 1) durch die Gleichung 2), so ergibt sich

$$\frac{x + 2R\psi - 2R\pi}{y - R} = -\operatorname{tg} 2\psi. \qquad 4)$$

Diess ist aber, wenn man ψ einen constanten Werth ertheilt, die Gleichung einer Ebene, senkrecht zur XY-Ebene. In dieser muss die Curve liegen, welche den Punkten der Geraden $\psi = const.$ entspricht. Ferner erhält man durch Elimination von r aus den Gleichungen 2) und 3)

$$z^2 = 8R^2 \sin^2\psi \left(\frac{R-y}{R\cos 2\psi} - 1\right). \qquad 5)$$

Die Projection der gesuchten Curve auf die YZ-Ebene ist also eine Parabel und da die Curve eben ist, so muss sie selbst eine Parabel sein.

Die Gleichung 4) enthält das Gesetz, nach welchem sich die Ebene dieser Parabel ändert. Um dasselbe zu finden, verfährt man wie folgt:

Bezeichnen x_1 und y_1 die Coordinaten des Mittelpunktes des rollenden Kreises, x_2 und y_2 die Coordinaten des zugehörigen Punktes der Cycloide, dann ist

$$x_1 = R\alpha = 2R\varphi, \quad x_2 = R(2\varphi - \sin 2\varphi),$$
$$y_1 = R, \qquad\qquad y_2 = R(1 - \cos 2\varphi),$$

Die Gleichung der Verbindungslinie beider Punkte ist also

$$\frac{x - 2R\varphi}{y - R} = \operatorname{tg} 2\varphi, \text{ oder da}$$

$$\varphi = \pi - \psi \text{ ist}$$

$$\frac{x + 2R\psi - 2R\pi}{y - R} = - \operatorname{tg} 2\psi.$$

Allein diese Gleichung stimmt überein mit der Gleichung der Ebene, auf welcher dic Parabel liegt, d. h.

Eine Minimalfläche, für welche eine Cycloide eine geodätische Linie ist, ist eine transcendente Fläche, welche erzeugt werden kann durch Bewegung einer Parabel; der Scheitel dieser Parabel liegt auf der Cycloide; die Ebene derselben steht senkrecht auf der Ebene der Cycloide und enthält die Gerade, welche einen Punkt der Cycloide mit dem zugehörigen Mittelpunkte des rollenden Kreises verbindet.

Es ergibt sich also dieselbe transcendente Fläche, welche von Herrn Catalan bei Gelegenheit einer andern Untersuchung (siehe Journal de l'École polytechnique, Cah. 37, p. 160—163) gefunden worden ist.

Setzt man ψ gleich einem ganzen Vielfachen von π, so geht die zugehörige Parabel in eine gerade Linie über. Für $\psi = n\pi$ wird nämlich

$$x = 2R\pi(1 - n),$$

$$y = -\frac{R}{2}\left(\frac{1 - r^2}{r}\right)^2,$$

$$z = 0.$$

Die Minimalfläche enthält also gerade Linien, welche in der Ebene der Cycloide liegen und zur Y-Axe parallel sind.

Wenn man in den allgemeinen Gleichungen für x, y, z, ψ durch $2\pi - \psi$ ersetzt, so ändern x und z ihre Zeichen y bleibt unverändert, d. h.: Zwei Punkten in der Ebene s, die zur X-Axe symmetrisch liegen, entsprechen auf der Minimalfläche zwei zur Y-Axe symmetrisch gelegene Punkte.

Die Y-Axe ist somit, wie überhaupt jede auf einer Minimalfläche liegende Gerade, eine Symmetrieaxe der Fläche.

Die Y-Axe ergibt sich, wenn man $\psi = \pi$ setzt. In der Ebene s entspricht ihr also der negative Theil der reellen Axe und somit auf der Kugeloberfläche der Halbkreis, welcher durch die Punkte $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 1$; $X = 0$, $Y = 0$, $Z = -1$ und den Punkt $s = -1$ hindurchgeht. Da nun die Tangentialebenen in einem Punkte der Kugeloberfläche und dem entsprechenden Punkte der Minimalfläche zu einander parallel sind, so folgt, dass die Tangentialebene in einem beliebigen Punkte der Y-Axe diese letztere ganz enthalten muss. Weil sich ferner y nicht ändert, wenn man r ersetzt durch $\frac{1}{r}$, so müssen in jedem Punkte der Y-Axe zwei Tangentialebenen existiren, die mit der XY-Ebene gleiche Winkel bilden.

Je grösser r wird, desto grösser wird auch y; der Winkel der beiden Tangentialebenen nimmt immer mehr ab und im unendlich fernen Punkte der Y-Axe fallen die beiden Tangentialebenen zusammen mit der XY-Ebene. Im Coordinatenanfangspunkte bilden sie einen Winkel von $180°$; diese beiden Punkte sind somit uniplanare Doppelpunkte der Fläche.

Für $\psi = \frac{\pi}{2}$ ergibt sich die Parabel

$$z^2 = 8R(y - 2R)$$

und die Ebene derselben ist

$$x = R\pi.$$

Dieser Parabel entspricht auf der Kugeloberfläche der Halbkreis, welcher durch die Punkte $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 1$; $X = 0$, $Y = 0$, $Z = -1$ und durch den Punkt $+i$ in der Ebene s hindurchgeht. Hieraus ergibt sich, dass die Normalen der Fläche längs der Parabel in der Ebene derselben liegen müssen. Diese Parabel ist also ebenfalls eine kürzeste Linie der Fläche, ein Resultat, von dem bei der Behandlung des nächsten Specialfalles Gebrauch gemacht wird.

Lässt man ψ übergehen in $\psi + \pi$ und ersetzt man gleichzeitig r durch $\frac{1}{r}$, so ändern sich y und z nicht, während x um $2R\pi$ abnimmt. Auf der Kugel entsprechen aber zwei Punkten mit den Coordinaten r, ψ und $\frac{1}{r}$, $\psi + \pi$ zwei Punkte, die sich diametral gegenüberliegen. Daraus folgt, dass die zugehörigen Punkte parallele Tangentialebenen haben, d. h.

Die Fläche wiederholt sich periodisch und besteht aus congruenten sich in's Unendliche erstreckenden Theilen. Der Abstand zweier Theile, in der Richtung der X-Axe gemessen, ist $2R\pi$.

3.

Bestimmung einer Minimalfläche, welche eine Parabel als kürzeste Linie enthält.

Die Gleichung der Parabel sei

1) $$y^2 = 2px; \text{ dann ist}$$

2) $$\varrho = -p\left(\sqrt{1+\frac{y^2}{p^2}}\right)^3.$$

Durch Differentiation der Gleichung 1) ergibt sich

$$\frac{y}{p} = \frac{dx}{dy} = -\operatorname{tg}\varphi; \text{ es ist also}$$

$$\varrho = -\frac{p}{\cos^3\varphi} = -8p\,\frac{s^3}{(1+s^2)^3},$$

$$\mathfrak{F}(s) = 4p\,\frac{s}{(1+s^2)^3},$$

$$x = 4p\,\mathfrak{R}\int^s \frac{s(1-s^2)}{(1+s^2)^3}\,ds = \mathfrak{R}\,2p\,\frac{s^2}{(1+s^2)^2} + C_1,$$

$$y = 4p\,\mathfrak{R}\int^s i\,\frac{s}{(1+s^2)^2}\,ds = -\,\mathfrak{R}\,\frac{2pi}{1+s^2} + C_2,$$

$$z = 8p\,\mathfrak{R}\int^s \frac{s^2}{(1+s^2)^3}\,ds =$$

$$= -\,\mathfrak{R}p\left\{\frac{s(1-s^2)}{(1+s^2)^2} - \operatorname{arctg} s\right\} + C_3.$$

Die Constanten C_1, C_2, C_3 sind aus der Bedingung zu bestimmen, dass für $s = e^{i\psi}$

$$y^2 = 2px, \qquad z = 0 \text{ sein soll.}$$

Hieraus erhält man

$$C_1 = -\frac{p}{2}, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = p\,\frac{\pi}{4}.$$

Man hat also zu setzen

$$x = -\frac{p}{2}\,\mathfrak{R}\left(\frac{1-s^2}{1+s^2}\right)^2,$$

$$y = -2p\,\mathfrak{R}\,\frac{i}{1+s^2},$$

$$z = \mathfrak{R}p\left\{\frac{s(s^2-1)}{(1+s^2)^2} + \operatorname{arctg} s + \frac{\pi}{4}\right\}.$$

Lässt man den Punkt s die reelle Axe durchlaufen, so wird

$$x = -\frac{p}{2}\left(\frac{1-r^2}{1+r^2}\right)^2$$

$$y = 0,$$

$$z = p\left\{\frac{r(r^2-1)}{(1+r^2)^2} + \operatorname{arctg} r + \frac{\pi}{4}\right\}.$$

Der reellen Axe entspricht also auf der Fläche eine Curve, welche in der XZ-Ebene liegt.

Setzt man nun

$$\frac{1-r^2}{1+r^2} = \cos\frac{\alpha}{2} \text{ oder } r = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{4},$$

dann erhält man

$$x = -\frac{p}{4}\,(1+\cos\alpha),$$

$$z = \frac{p}{4}\,(\varphi + \pi - \sin\alpha).$$

Die Curve ist also eine Cycloide, welche entsteht, wenn ein Kreis vom Radius $\frac{p}{4}$ sich auf der Geraden $x = -\frac{p}{2}$ fortwälzt.

Auf der Kugel entspricht derselben der grösste Kreis, welcher von der XZ-Ebene ausgeschnitten wird. Daraus folgt, dass die Flächennormalen längs der Cycloide in der Ebene derselben liegen müssen. Es ergibt sich also das Resultat:

Eine Minimalfläche, welche durch die Bedingung analytisch bestimmt ist, dass eine Parabel eine geodätische Linie derselben sein soll, enthält eine Cycloide, welche ebenfalls eine kürzeste Linie der Fläche ist.

Für $r = -1$ sind x und $z = 0$; in diesem Punkte fällt die Tangente der Curve zusammen mit der Z-Axe. Setzt man ferner $r = 0$, so wird

$$x = -\frac{p}{2}, \quad z = \frac{p}{4}\pi.$$

Die Tangente in diesem Punkte ist horizontal.

Lässt man nun den Punkt s die imaginäre Axe durchlaufen und setzt zu dem Zwecke $s = ir$; dann wird

$$x = -\frac{p}{2}\left(\frac{1+r^2}{1-r^2}\right)^2,$$

$$y = 0,$$

$$z = p\,\frac{\pi}{4}.$$

Die Querschnittscurve der Fläche mit der XZ-Ebene setzt sich also von der Spitze der Cycloide aus parallel zur X-Axe geradlinig fort.

Ersetzt man in der obenstehenden Gleichung für x r durch $\frac{1}{r}$, so bleibt x unverändert. Daraus folgt, dass in jedem Punkte der Geraden zwei Tangentialebenen existiren, die mit der XZ-Ebene gleiche Winkel bilden. Im Punkte $x = -\frac{p}{2}$, $z = p\frac{\pi}{4}$ bilden die beiden Tangentialebenen einen Winkel von 180° und stehen senkrecht auf der XZ-Ebene; im unendlich fernen Punkte der Geraden fallen die beiden Tangentialebenen zusammen mit der XZ-Ebene. Die beiden erwähnten Punkte sind also uniplanare Doppelpunkte der Fläche.

Es lässt sich ferner zeigen, dass die Fläche eine einfach unendliche Schaar von Parabeln enthält. Bewegt sich nämlich der Punkt s auf einem Kreise, welcher die Punkte $+i$ und $-i$ enthält, so beschreibt der entsprechende Punkt auf der Minimalfläche eine Parabel. Die Ebene dieser Parabel steht senkrecht auf der XZ-Ebene und der Scheitel derselben liegt auf der Cycloide; das sphärische Bild der Parabel ist ein grösster Kreis, welcher durch die Punkte $+i$ und $-i$ in der Ebene s hindurchgeht.

Man findet also, dass die hier behandelte Minimalfläche ganz die nämlichen Eigenschaften hat, wie diejenige, für welche eine Cycloide eine gegebene geodätische Linie ist. Dieses Resultat hätte man auch ohne weitere Rechnung ableiten können. Es hat sich nämlich bei der Behandlung des zweiten Specialfalles ergeben, dass die dort entstehende Fläche ausser der Cycloide noch eine Parabel als geodätische Linie enthält. Nun ist aber eine Minimalfläche vollkommen bestimmt, sobald eine ebene kürzeste Linie derselben gegeben ist, welche nicht eine

Gerade ist, und daraus folgt, dass die in beiden Fällen entstehenden Flächen die nämliche Beschaffenheit haben müssen.

Es ergibt sich also der Satz:

Zwei Minimalflächen, welche dadurch analytisch bestimmt sind, dass die eine eine Cycloide, die andere eine Parabel als kürzeste Linie enthalten soll, sind bis auf Lage und Grösse identisch.

4.

Die gegebene geodätische Linie sei eine Ellipse.

Bei den bisher behandelten Specialfällen wurden immer die Coordinaten x, y, z eines Punktes der Minimalfläche ausgedrückt als die reellen Theile von Functionen der complexen Variabeln s. Diese Wahl der Variabeln hat vor jeder andern den Vorzug, dass die geometrische Beziehung, welche zwischen den Punkten der Ebene s und den Punkten der Minimalfläche durch die Abbildung auf die Kugeloberfläche vermittelt wird, in jedem speciellen Falle leicht die Gestalt der entstehenden Fläche erkennen lässt.

Im vorliegenden Falle kann man mit Vortheil ausser der soeben besprochenen auch noch die dritte Methode der allgemeinen Lösung zur Anwendung bringen; es lässt sich nämlich mit Hülfe derselben ein für die Erzeugung der entstehenden Fläche wichtiges Resultat herleiten.

Die Gleichungen der Ellipse seien

$$x = a \cos u, \tag{1}$$

$$y = b \sin u, \tag{2}$$

wo u die excentrische Anomalie bedeutet. Dann erhält man für den Krümmungsradius ϱ den Ausdruck

$$\varrho = \frac{1}{ab}\,(a^2\sin^2 u + b^2\cos^2 u)^{\frac{3}{2}}.$$

Durch Differentiation der Gleichungen 1) und 2) ergibt sich

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{b}{a}\operatorname{cotg} u = -\operatorname{cotg}\varphi;$$

es ist also

$$\sin^2 u = \frac{b^2}{b^2 + a^2\operatorname{cotg}^2\varphi},$$

$$\cos^2 u = \frac{a^2\operatorname{cotg}^2\varphi}{b^2 + a^2\operatorname{cotg}^2\varphi}.$$

Wenn man diese Werthe in die Gleichung für ϱ substituirt, so findet man

$$\varrho = a^2b^2\,\frac{1}{(b^2\sin^2\varphi + a^2\cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}} \text{ oder}$$

$$\varrho = 8a^2b^2\,\frac{s^3}{[(a^2-b^2)s^4 + 2\,(a^2+b^2)s^2 + a^2 - b^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

Setzt man zur Abkürzung

$$\frac{a-b}{a+b} = p, \text{ dann wird}$$

$$\varrho = \frac{8a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{s^3}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}},$$

und hieraus ergibt sich

$$\mathfrak{F}(s) = -\frac{4a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{s}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}},$$

$$x = -\frac{4a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\,\Re\int^s \frac{s(1-s^2)\,ds}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}},$$

$$y = -\frac{4a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\,\Re\int^s \frac{is(1+s^2)\,ds}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}},$$

$$z = -\frac{8a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\,\Re\int^s \frac{s^2ds}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}.$$

Die Integrationen in den Ausdrücken für x und y lassen sich leicht ausführen; man erhält

$$x = \Re\,\frac{a^2}{\sqrt{a^2-b^2}}\cdot\frac{1+s^2}{\sqrt{(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})}} + C_1,$$

$$y = \Re\,\frac{b^2}{\sqrt{a^2-b^2}}\cdot\frac{i(1-s^2)}{\sqrt{(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})}} + C_2.$$

Die Coordinaten x und y sind also die reellen Theile algebraischer Functionen von s, z ist eine elliptisches Integral zweiter Art. Daraus folgt, dass die Fläche in der Richtung der Z-Axe periodisch ist.

Die Constanten C_1 und C_2 sind aus der Bedingung zu bestimmen, dass für $r = 1$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

sein soll. Es ergibt sich hieraus

$$C_1 = C_2 = 0.$$

Die untere Grenze in dem elliptischen Integral für z ist willkürlich, da durch eine andere Wahl derselben nur eine

Verschiebung der Fläche in der Richtung der Z-Axe bewirkt wird. Der Einfachheit wegen soll dieselbe gleich Eins gesetzt werden.

Aus einer früher gemachten Bemerkung geht hervor, dass die Fläche symmetrisch sein muss in Bezug auf die X- und Y-Axe, ebenso in Bezug auf alle drei Coordinatenebenen; der Coordinatenanfangspunkt ist also Mittelpunkt der Fläche. Es genügt demnach, einen Octanten der Fläche zu betrachten. Diese Symmetrieverhältnisse lassen vermuthen, dass der reellen und imaginären Axe in der Ebene s auf der Fläche die Querschnittscurven mit der XZ- und YZ-Ebene entsprechen werden.

Lässt man den Punkt s die reelle Axe durchlaufen, so ist $y = 0$. Man erhält also auf der Fläche eine Curve, die ganz in der XZ-Ebene liegt. Auf der Kugel entspricht ihr der grösste Kreis, welchen die XZ-Ebene ausschneidet. Hieraus ergibt sich, dass die Tangentialebenen der Fläche längs dieses Curvenzweiges einen Cylinder bilden, welcher auf der XZ-Ebene senkrecht steht. Für $s = 1$ ist

$$x = a, \quad z = 0.$$

Die Tangente in diesem Punkte ist parallel zur Z-Axe. Für $s = 0$ wird

$$x = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}}, \quad z = \frac{8a^2b^2}{(a^2 - b^2)^{\frac{3}{2}}} \int_0^1 \frac{s^2 ds}{[(s^2 + p)(s^2 + \frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}.$$

Nun entspricht dem Punkte $s = 0$ auf der Kugeloberfläche der Punkt $X = 0$, $Y = 0$, $Z = -1$. Daraus folgt, dass die Curve in dem entsprechenden Punkte eine horizontale Tangente hat. Man kann sich hievon auch über-

zeugen, wenn man $\frac{dz}{ds} : \frac{dx}{ds}$ bildet und untersucht, wann dieser Ausdruck $= 0$ wird.

Lässt man nun den Punkt s die imaginäre Axe durchlaufen von $s = 0$ an bis $s = i\sqrt{p}$ und setzt zu dem Zwecke

$$s = is', \quad ds = ids',$$

wo s' reell ist, dann sind beide Factoren unter dem Quadratwurzelzeichen positiv und man erhält

$$x = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}} \cdot \frac{1 - s'^2}{\sqrt{(p - s'^2)(\frac{1}{p} - s'^2)}},$$

$$y = 0.$$

In dem Integrale für z kommen nur rein imaginäre Elemente hinzu, d. h. z behält den für den Punkt $s = 0$ angenommenen Werth während des ganzen Weges von 0 bis $i\sqrt{p}$ bei, ist also constant. Die Querschnittscurve der Fläche mit der XZ-Ebene setzt sich somit vom Punkte

$$x = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}}, \quad z = \frac{8a^2b^2}{(a^2 - b^2)^{\frac{3}{2}}} \int_0^1 \frac{s^2 ds}{[(s^2 + p)(s^2 + \frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}$$

aus parallel zur X-Axe bis in's Unendliche geradlinig fort. Zwei Punkte der imaginären Axe, die vom Nullpunkte aus nach beiden Seiten gleich weit abstehen, liefern den nämlichen Punkt dieser Geraden. Es folgt hieraus, dass in jedem Punkte derselben zwei Tangentialebenen existiren, die mit der XZ-Ebene gleiche Winkel bilden. Im Punkte

$$x = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}}, \quad z = \frac{8a^2b^2}{(a^2 - b^2)^{\frac{3}{2}}} \int_0^1 \frac{s^2 ds}{[(s^2 + p)(s^2 + \frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}},$$

fallen die beiden Tangentialebenen zusammen; dieser Punkt ist also ein uniplanarer Doppelpunkt der Fläche. Je weiter man sich auf der Geraden entfernt, um so kleiner wird der Winkel, welchen die beiden Tangentialebenen mit einander bilden. Für $x = \infty$ nähert sich derselbe einem bestimmten Grenzwerthe, nämlich dem Winkel, welchen die Tangentialebenen der Kugel in den Punkten mit einander einschliessen, die den beiden Werthen $s = i\sqrt{p}$ und $s = -i\sqrt{p}$ entsprechen. Die beiden Tangentialebenen der Fläche, welche zu den oben angeführten Tangentialebenen der Kugel parallel sind, sind Asymptotenebenen der Minimalfläche. Man erhält unendlich viele solche Asymptotenebenen, die sich paarweise in einer geraden Doppellinie der Fläche schneiden.

Bewegt sich nun der Punkt s auf der imaginären Axe von $s = +i$ bis $s = +i\sqrt{p}$, so wird $x = 0$, weil der eine Factor unter dem Quadratwurzelzeichen negativ wird; ferner wird

$$y = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 - b^2}} \cdot \frac{1 + s'^2}{\sqrt{(s'^2 - p)(\frac{1}{p} - s'^2)}}.$$

Man erhält also eine Curve, die ganz in der YZ-Ebene enthalten ist. Für $s' = 1$, also $s = i$ ist

$$y = b, \quad z = 0.$$

Von diesem Punkte an nehmen y und z, wie aus der Ableitung $\frac{dz}{ds} : \frac{dy}{ds}$ hervorgeht, beständig zu und für $s = i\sqrt{p}$ werden beide unendlich gross. Die Curve verläuft also ähnlich wie eine Hyperbel. Auf der Kugel entspricht derselben ein Bogen des grössten Kreises,

welcher von der YZ-Ebene ausgeschnitten wird. Daraus folgt, dass die Tangentialebenen der Fläche längs dieser Curve auf der YZ-Ebene senkrecht stehen müssen. Aus den Symmetrieeigenschaften der Fläche oder auch direct aus der Abbildung ergeben sich alsdann die zu dem oben gefundenen Curvenzweige symmetrischen in Bezug auf die Y- und Z-Axe.

Da dem unendlich fernen Punkte einer geraden Doppellinie der Fläche und einem unendlich fernen Punkte der Querschnittscurve mit der YZ-Ebene in der Ebene s und auf der Kugel der nämliche Punkt entspricht, so müssen die Tangentialebenen in diesen beiden Punkten zusammenfallen. Die Asymptotenebenen der Fläche werden also aus der YZ-Ebene die vier Asymptoten der Querschnittscurve ausschneiden.

Um die Beschaffenheit der Fläche noch etwas genauer kennen zu lernen, kann man, wie schon früher bemerkt, mit Vortheil diejenigen Formeln zur Anwendung bringen, welche die dritte Methode der allgemeinen Lösung liefert. — Die Ellipse sei gegeben durch die Gleichungen

$$x' = a \sin \varphi,$$
$$y' = b \cos \varphi.$$

Nun ist aber

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= \operatorname{am} u, \text{ also} \\ x' &= a \operatorname{sn} u, \\ y' &= b \operatorname{cn} u. \end{aligned}\right\} \text{mod. } k^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}.$$

Ferner ist die Bogenlänge l der Ellipse

$$l = a\, E_1(\varphi) = a\, E(u).$$

Ertheilt man jetzt dem Argumente u auch complexe Werthe, indem man an die Stelle von u setzt $u + vi$, dann sind

$$x = \mathfrak{R}\, a\, sn(u + vi),$$
$$y = \mathfrak{R}\, b\, cn(u + vi),$$
$$z = -\, a\, \mathfrak{R} i\, E(u + vi)$$

die rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes der Minimalfläche, welche die gegebene Ellipse als kürzeste Linie enthält.

Um die reellen Theile der obenstehenden Ausdrücke auszurechnen, entwickelt man

$$sn(u + vi), \quad cn(u + vi), \quad E(u + vi)$$

nach ihren Additionstheoremen. Beachtet man dabei, dass $sn\, vi$ rein imaginär, $cnvi$ und $dnvi$ reell sind, so ergeben sich als Gleichungen der Minimalfläche

$$x = a\, \frac{snu\; cnvi\; dnvi}{1 - k^2 sn^2 u\; sn^2 vi}, \tag{3}$$

$$y = b\, \frac{cnu\; cnvi}{1 - k^2 sn^2 u\; sn^2 vi}, \tag{4}$$

$$z = -\, ai\left(Evi - \frac{k^2 sn^2 u\; snvi\; cnvi\; dnvi}{1 - k^2 sn^2 u\; sn^2 vi}\right). \tag{5}$$

Setzt man nun in diesen Ausdrücken v gleich einer Constanten, so erhält man durch Elimination von u zwei algebraische Gleichungen zwischen x, y, z, welche eine Curvenschaar der Fläche repräsentiren. Um diese Curven zu finden, bestimmt man am einfachsten ihre Projectionen auf die XZ- und YZ-Ebene.

Quadrirt man nämlich die Gleichungen **3)** und **5)** und addirt sie, so ergibt sich

$$k^2x^2 + z^2 + ai\,z\left(2\,Evi + \frac{cnvi\,dnvi}{snvi}\right) -$$

$$- a^2 Evi\left(Evi + \frac{cnvi\,dnvi}{snvi}\right) = 0,$$

oder indem man zur Abkürzung setzt

$$\alpha = -\,ai\,Evi,$$

$$\beta = -\,ai\left(Evi + \frac{cnvi\,dnvi}{snvi}\right);$$

$$k^2x^2 + z^2 - (\alpha + \beta)\,z + \alpha\beta = 0.$$

Die gesuchten Curven projiciren sich also auf die XZ-Ebene als eine Schaar von Ellipsen, deren kleine Axen in derselben Geraden liegen.

Die Schnittpunkte irgend einer Ellipse der Schaar mit der Z-Axe sind, wie aus der obigen Gleichung hervorgeht

$$z_1 = \alpha,$$

$$z_2 = \beta.$$

Auf ganz analoge Weise findet man, *dass die Projectionen der gesuchten Curven auf die YZ-Ebene eine Schaar von ähnlichen Hyperbeln bilden, deren Scheitel auf derselben Geraden liegen.* — Setzt man nämlich

$$\alpha_1 = -\,ai\left(Evi - k^2\,\frac{cnvi\,snvi}{dnvi}\right),$$

$$\beta_1 = -\,ai\left(Evi + \frac{cnvi\,dnvi}{snvi}\right),$$

dann ergibt sich als Gleichung der Hyperbelschaar

$$k^2\,\frac{a^2}{b^2}\,y^2 - z^2 + (\alpha_1 + \beta_1)\,z - \alpha_1\beta_1 = 0.$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, dass irgend eine Hyperbel der Schaar von der Z-Axe in den beiden Punkten

$$z_1' = \alpha_1 \text{ und } z_2' = \beta_1$$

geschnitten wird.

Fasst man diese beiden Resultate zusammen und beachtet ferner, dass β mit β_1 übereinstimmt, so erhält man den von Herrn Prof. H. A. Schwarz gefundenen Satz

Eine Minimalfläche, auf welcher eine Ellipse eine geodätische Linie ist, ist eine transcendente Fläche; dieselbe besitzt eine einfach unendliche Schaar von Raumcurven vierter Ordnung, deren jede einen isolirten Doppelpunkt hat; die sphärischen Bilder derselben sind confocale sphärische Kegelschnitte.

5.

Die Fläche enthalte eine Astroide als kürzeste Linie.

Der Fall, in welchem eine Astroide eine kürzeste Linie der Fläche ist, bietet insofern besonderes Interesse, als die hier entstehende Minimalfläche nicht, wie alle bisher behandelten, transcendent, sondern algebraisch ist.

Die Astroide kann angesehen werden als Evolute eines Kegelschnittes, z. B. einer Ellipse. Um nun für diesen Fall die Function $\mathfrak{F}(s)$ zu bilden, kann man wie folgt verfahren:

Bezeichnet ϱ den Krümmungsradius in irgend einem Punkte einer Curve und ϱ_1 den Krümmungsradius im entsprechenden Punkte der Evolute derselben, dann ist

$$\varrho_1 = \frac{d\varrho}{ds} \cdot \frac{ds}{d\varphi},$$

wo $d\varphi$ den Contingenzwinkel bezeichnet; dieser ist der nämliche für beide Curven. Ersetzt man nun in dieser Gleichung die Grösse ϱ durch ihren früher im Falle der Ellipse abgeleiteten Werth, dann ergibt sich für den Krümmungsradius ϱ_1 in einem Punkte der Astroide die Gleichung

$$\varrho_1 = -\frac{24a^2b^2i}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{s^3(s^4-1)}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{5}{2}}}.$$

Es ist somit

$$\mathfrak{F}(s) = \frac{12a^2b^2i}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{s(s^4-1)}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{5}{2}}}$$

und hieraus ergibt sich schliesslich nach Ausführung der Integrationen

$$x = \Re\,\frac{ib^2}{\sqrt{a^2-b^2}}\cdot\frac{(1-s^2)^3}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}, \qquad 1)$$

$$y = -\Re\,\frac{a^2}{\sqrt{a^2-b^2}}\cdot\frac{(1+s^2)^3}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}, \qquad 2)$$

$$z = -\Re\,\frac{8a^2b^2}{(a^2-b^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{is^3}{[(s^2+p)(s^2+\frac{1}{p})]^{\frac{3}{2}}}. \qquad 3)$$

Schneller gelangt man zum Ziele durch Anwendung der Formeln, welche die dritte Methode der allgemeinen Lösung liefert.

Bezeichnen nämlich allgemein dl das Längenelement der geodätischen Linie, u, v, w die Functionen, deren reelle Theile die Coordinaten eines Punktes der zugehörigen Minimalfläche sind, ferner $d\lambda$ und u_1, v_1, w_1 das Längenelement und die gleichbedeutenden Functionen für die Evolute, so ist

$$d\lambda = \varrho_1 d\varphi = \frac{d^2 l}{d\varphi^2}\, d\varphi, \text{ also}$$

$$u_1 = -\int \sin\varphi \frac{d^2 l}{d\varphi^2}\, d\varphi, \tag{4}$$

$$v_1 = \int \cos\varphi \frac{d^2 l}{d\varphi^2}\, d\varphi, \tag{5}$$

$$w_1 = -i \int \frac{d^2 l}{d\varphi^2}\, d\varphi = -i \frac{dl}{d\varphi}. \tag{6}$$

Durch theilweise Integration folgt aus den Gleichungen 4) und 5)

$$u_1 = -\sin\varphi \frac{dl}{d\varphi} + \int \cos\varphi \frac{dl}{d\varphi}\, d\varphi,$$

$$v_1 = \cos\varphi \frac{dl}{d\varphi} + \int \sin\varphi \frac{dl}{d\varphi}\, d\varphi.$$

Es ist somit

$$u_1 = \frac{du}{d\varphi} + v,$$

$$v_1 = \frac{dv}{d\varphi} - u,$$

$$w_1 = \frac{dw}{d\varphi} \text{ *)}.$$

Nun sind für den Fall der Ellipse die Functionen u, v, w bekannt und man kann also leicht u_1, v_1, w_1 und damit die Coordinaten eines Punktes der Minimalfläche berechnen, welche eine Astroide als kürzeste Linie

*) Diese Gleichungen sind zuerst aufgestellt worden von Herrn Dr. L. Henneberg in seiner schon früher erwähnten Preisschrift.

enthält. Es ergeben sich ganz die nämlichen Ausdrücke für x, y, z, wie bei Anwendung der ersten Methode.

Die Coordinaten x, y, z eines Punktes der Fläche sind, wie aus den Gleichungen 1, 2, 3 hervorgeht, die reellen Theile algebraischer Functionen von s und hieraus ergibt sich der Satz:

Eine Minimalfläche, auf welcher eine Astroide eine geodätische Linie ist, ist eine algebraische Fläche.

Dieses Resultat bleibt erhalten im Falle einer gewöhnlichen Astroide, die also nicht die Evolute eines Kegelschnittes, sondern derjenige specielle Fall einer Hypocycloide ist, in welchem der Radius des rollenden Kreises gleich dem vierten Theil vom Radius des festen Kreises ist. Die Gleichungen dieser Curve sind

$$x^{\frac{1}{3}} = a^{\frac{1}{3}} \cos\omega, \tag{7}$$

$$y^{\frac{1}{3}} = a^{\frac{1}{3}} \sin\omega, \tag{8}$$

wo a den Radius des festen Kreises und ω den Winkel des Radiusvectors mit der X-Axe bezeichnet. Der Krümmungsradius ϱ dieser Curve ist

$$\varrho = -3a \sin\omega \cos\omega.$$

Durch Differentiation der Gleichungen 7) und 8) findet man

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{x^{-\frac{1}{3}}}{y^{-\frac{1}{3}}} = -\operatorname{tg}\omega = -\operatorname{cotg}\varphi;$$

es ist also auch

$$\varrho = -3a \sin\varphi \cos\varphi \text{ und daher}$$

$$\mathfrak{F}(s) = -3ai\,\frac{s^4-1}{8s^4},$$

$$x = -\frac{3}{8} a \mathfrak{R} i \left(s + \frac{1}{3s^3} - \frac{s^3}{3} - \frac{1}{s}\right) + C_1, \quad 9)$$

$$y = \frac{3}{8} a \mathfrak{R} \left(s + \frac{1}{3s^3} + \frac{s^3}{3} + \frac{1}{s}\right) + C_2, \quad 10)$$

$$z = -\frac{3}{8} a \mathfrak{R} i \left(\frac{s^4+1}{s^2}\right) + C_3. \quad 11)$$

Die Integrationsconstanten C_1 und C_2 sind gleich Null; C_3 kann man ebenfalls gleich Null setzen.

Die obenstehenden Gleichungen zeigen wiederum, dass die durch sie dargestellte Fläche algebraisch ist. Die reellen Theile der rechts stehenden Ausdrücke lassen sich leicht von den imaginären trennen; es ergibt sich

$$x = \frac{3}{8} a\left(\frac{r^2+1}{r} \sin\psi - \frac{1}{3} \frac{r^6+1}{r^3} \sin 3\psi\right),$$

$$y = \frac{3}{8} a\left(\frac{r^2+1}{r} \cos\psi + \frac{1}{3} \frac{r^6+1}{r^3} \cos 3\psi\right),$$

$$z = \frac{3}{8} a \frac{r^4-1}{r^2} \sin 2\psi.$$

Setzt man $\psi = 0$, d. h. lässt man den Punkt s auf der positiven X-Axe sich bewegen, so wird

$$x = 0,$$

$$y = \frac{1}{8} a \left(\frac{r^2+1}{r}\right)^3,$$

$$z = 0.$$

Für $\psi = \pi$ ergibt sich

$$x = 0,$$

$$y = -\frac{1}{8} a \left(\frac{r^2+1}{r}\right)^3,$$

$$z = 0.$$

Die Y-Axe liegt also auf der Fläche; das Stück derselben, das im Innern der Astroide liegt, ist eine isolirte Doppellinie der Fläche.

Ebenso lässt sich zeigen, dass auch die X-Axe auf der Fläche liegt; beide Axen sind Symmetrieaxen und geodätische Linien der Fläche.

Da y unverändert bleibt, wenn man r ersetzt durch $\frac{1}{r}$, so müssen in jedem Punkte der X- und Y-Axe zwei Tangentialebenen existiren, die mit der XY-Ebene gleiche Winkel bilden. In den vier Rückkehrpunkten der Curve fallen sie zusammen; diese sind also uniplanare Doppelpunkte der Fläche. Alle drei Coordinatenebenen sind Symmetrieebenen der Fläche; ebenso die Ebenen

$$x = + y \text{ und } x = - y;$$

die Schnittcurven dieser letztern mit der Fläche sind ebenfalls kürzeste Linien derselben.

Ueber Derivate des Diphenylamin.

von

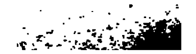
Dr. Robert Gnehm,

I. Assistent am chemisch-technischen Laboratorium des Polytechnikums.

Unter diejenigen Körper, welche in der heutigen Anilinfarbenindustrie eine grössere Verwendung aufzuweisen haben, darf das Diphenylamin, in neuester Zeit vielleicht auch das Methyldiphenylamin, mitgezählt werden, denn die jetzt im Handel sich findenden künstlichen, blauen Farbstoffe sind zum Theil aus dem einen oder dem andern der genannten Körper dargestellt worden. Warum diese Körper industrielle Anwendung gefunden haben, ist jedenfalls auf verschiedene Umstände zurückzuführen, unter diesen darf gewiss auch derjenige gerechnet werden, das Rosanilin bei der Anilin-Blaudarstellung zu umgehen.

Wie bekannt wurden bis vor nicht sehr langer Zeit beinahe alle Anilinfarbstoffe, einige wenige ausgenommen, ausschliesslich aus dem Fuchsin, dessen Darstellung mit der Anwendung giftiger Arsensäure verknüpft war, bereitet. Da das Fuchsin in grosser Quantität (und zwar die grösste Menge zur Bereitung von Violett, Grün und Blau) producirt wurde, war auch der Verbrauch von Arsensäure ein bedeutender.

Die giftigen Eigenschaften des Arsens machten sich auch bald in den arsenhaltigen Fuchsinrückständen auf unangenehme Weise fühlbar; verschiedene Uebelstände, Vergiftungen etc., welche dadurch hervorgerufen wurden, verfehlten nicht die Aufmerksamkeit der Sanitätsbehörden



zu erwecken, was bald strenges polizeiliches Einschreiten gegen die Fuchsinbereitung mit Arsensäure nach sich zog.

In Folge dessen sahen sich die Fuchsinfabrikanten genöthigt, diesen Uebelständen soviel wie möglich abzuhelfen, was nur auf zweierlei Weise geschehen konnte: möglichst vollständige Regeneration des in die Fabrikation eingetretenen Arsens oder Ersetzen der Arsensäure durch einen anderen nicht giftigen Körper, welcher das Anilin in Rosanilin verwandeln kann und welcher keine giftigen Nebenproducte liefert.

Weder das eine noch das andere ist in befriedigender Weise gelöst worden. Einzig in neuerer Zeit will eine Fabrik ihr Fuchsin ohne Anwendung von Arsensäure produciren, allein im Allgemeinen ist doch wohl noch anzunehmen, dass das Arsensäureverfahren beinahe ausschliesslich practicirt wird.

Da, wie schon bemerkt, nur ein verhältnissmässig kleiner Theil des producirten Fuchsins als solches dem Handel überliefert wird, der grössere Theil aber in den Fabriken selbst zur Herstellung anderer Anilinfarben dient, so ging man darauf aus, diese andern Anilinfarben, Violett, Grün und Blau auf andere Weise darzustellen, resp. das Rosanilin zu umgehen, um dadurch die Production des Fuchsins auf ein Minimum zu beschränken. Diese Ideen haben sich realisirt; Anilinviolett und Anilinblau brauchen nicht mehr aus Rosanilin dargestellt zu werden und damit hat die Fuchsinfabrikation bedeutend abgenommen, sie beschränkt sich lediglich auf Herstellung einer Quantität Fuchsin, wie sie als solche in den Färbereien Verwendung finden kann.

Bald nachdem E. Kopp gezeigt hatte, dass im Ros-

anilin ein Theil des Wasserstoffs durch Alkoholradikale, Methyl, Aethyl, Amyl etc. ersetzt werden konnte und dass dann der rothe Farbstoff verschwindet, um sich in einen violetten umzuwandeln [1]), beobachtete auch Ch. Lauth [2]), dass die Einführung von CH_3 ins Anilin diesem Körper die Eigenschaft ertheilt durch den Einfluss oxydirender Agentien, welche mit dem nicht methylirten Anilin rothe Farbstoffe geben, violette Farbstoffe zu liefern.

Diese Thatsachen wurden bald practisch ausgenutzt; Hofmann, Wanklyn etc. liessen sich Verfahren zur Herstellung von methylirten Rosanilinen patentiren und gaben dadurch der Anilinfarbenfabrikation eine weitere Ausdehnung.

Freilich führten diese neuen Verfahren, welche in der Farbenindustrie sich bald allgemein einbürgerten, einen grossen Uebelstand mit sich. Die gebräuchlichen Methoden zur Herstellung der Rosanilinsubstitutionsproducte verlangen die Anwendung von Jodalkylen, und da die Ausdehnung dieser Fabrikation eine immer bedeutendere wurde, wuchs selbstverständlich der Jodconsum und damit auch in unglaublicher Weise der Preis dieses Körpers, so dass der Preis der Farbstoffe auch ein bedeutender sein musste.

Dieser Umstand, im Verein mit dem schon oben erwähnten, das Rosanilin bei der Bildung der violetten Farbstoffe zu umgehen, mag viel dazu beigetragen haben, dass die citirten Versuche von Lauth fortgesetzt wurden und schliesslich auch zu befriedigenden Resultaten führten. Davon zeugen die im Jahr 1866 den Herren Poirrier und

---

[1]) Compt. r. 52, pg. 363.

[2]) Répertoire de chimie appliquée, 1861 pag. 345.

Chappat fils[1]) einerseits und dem Herrn Ch. Lauth[2]) andererseits ertheilten Patenten zur Herstellung von Methyl-, Aethyl- etc. Anilin (resp. Toluidin etc.) und zur Ueberführung letzterer Körper in violette Farbstoffe.

Diese Anilinviolett-Darstellung aus Methylanilin vertrieb von da an ziemlich allgemein das Darstellungsverfahren des sogenannten Hofmann'schen Violetts und es ist dies als ein eminenter Fortschritt in der Anilinfarbengeschichte zu bezeichnen, ein Fortschritt, der nicht nur zur Folge hatte, dass ein grosser Theil des bisher mit Arsensäure producirten Rosanilins nicht mehr hergestellt zu werden brauchte, sondern der auch einen äusserst theueren Artikel, das Jod, zum grossen Theil aus den Anilinfarbenfabriken verbannte.

Eine gänzliche Beseitigung der Jodverbindungen in den Anilinfarbenfabriken konnte in der Hinsicht nicht eintreten, als das sogenannte Jodgrün oder Hofmann's Grün in nicht unbedeutender Menge herzustellen war. Sobald die Violettfabrikation sich aber einmal auf den erwähnten Standpunkt erhoben hatte, folgten Versuche das theure Jod auch bei der Gründarstellung zu umgehen. Eine erste Errungenschaft bestand darin, das Jodgrün durch Einwirkung von Jodmethyl auf Methylanilinviolett und nicht auf Rosanilin zu bereiten. Der Verbrauch von Jod wird dadurch vermindert, weil das Rosanilin mehr Jod braucht um in Grün verwandelt zu werden als das Methylanilinviolett, welch letzterer Körper bereits eine ge-

---

[1]) Brevets d'invention. Pris le 16 Juin 1866 par la Sté. Poirrier & Chappat fils.

[2]) Brevets d'invention. Pris le 1er Décembre 1866 sous le No. 73925 etc. par Mr. Ch. Lauth.

wisse Quantität der Alkoholradicale, die man durch Einwirkung der Jodide einführen will, enthält.

Da das Jod, wie Hofmann und Girard zeigten, ein constituirender Bestandtheil des Jodgrüns ist, und somit dasselbe bei der Anwendung in der Färberei verloren geht, so war es um so erfreulicher, als W. Baubigny die Entdeckung machte, dass das Jodmethyl durch das ziemlich billige Methylnitrat ersetzt werden konnte. Baubigny hat gezeigt, dass Methylnitrat durch Einwirkung auf Methylanilinviolett einen grünen Farbstoff erzeugt, der von dem Hofmann'schen Grün, wie H. Appenzeller[1]) nachwies, nur dadurch verschieden ist, dass es Chlor an der Stelle von Jod enthält.

Dieses Verfahren ist in den Anilinfarbenfabriken, trotz der Gefährlichkeit des anzuwendenden Methylnitrats ziemlich allgemein geworden, und hat somit den letzten Beitrag geliefert, um die Anilinviolett- und Grün-Fabrikation sowohl vom Rosanilin als vom theueren Jod unabhängig zu machen.

Wie in der Violett- und Grünbereitung Aenderungen eingetreten sind, so können wir solche auch in der Blaufabrikation konstatiren. Die wichtigsten blauen Anilinfarbstoffe wurden erhalten durch Einwirkung von Rosanilinsalzen auf Anilin. Es entstanden hiedurch die sogenannten phenylirten Rosanilinblau. Sobald der Blaubildungsprocess richtig interpretirt war, d. h. sobald man erkannte, dass das aus Rosanilin und Anilin erzeugte Blau durch Phenylirung des Rosanilins sich gebildet hatte, kam man bald auf den Gedanken, dasselbe in anderer Weise herzustellen, nämlich durch Phenyliren des Anilins, Mischen dieses Körpers mit toluidinhaltigem Anilin oder Toluylphenyl-

[1]) Berl. Ber. 6. pag. 965.

amin und Oxydiren dieses Gemisches. Girard ist auch wirklich in der angedeuteten Weise zum Ziele gelangt. Er liess sich, auf Versuche gestützt, ein Verfahren patentiren [1]), nach welchem er Diphenylamin (aus käuflichem Anilin erhalten oder mit seinen Homologen gemischt) mit einer oxydirenden Substanz behandelt. Als solche nennt er namentlich anderthalb Chlorkohlenstoff $C_2 Cl_6$; jedoch gibt er an, dass auch andere, wie Arsensäure, Oxalsäure etc. verwendet werden können.

Wahrscheinlich entstehen dabei dieselben Producte, welche Hofmann [2]) seiner Zeit signalisirte und die er erhielt aus Diphenylamin mit Toluidin gemischt durch Behandeln mit Quecksilberchlorid oder Arsensäure.

Diesem Verfahren darf eine directe Verwerthung kaum zugeschrieben werden, allein es gab dasselbe doch Veranlassung zu weiterer Ausbildung des Diphenylaminblau-Darstellungsprocesses, und man kann jetzt mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht wurden, die auf Verfahren führten — principiell mit der Girard'schen Patentbeschreibung identisch — welche Producte liefern, die dem gewöhnlichen, ältern Anilinblau sowohl was Qualität als Preis anbetrifft, eine harte Concurrenz bereiten.

Im verflossenen Jahre ist in dieser Hinsicht viel gearbeitet worden; davon liefern nicht nur die neuen pa-

---

[1]) Letters Patent to Charles Adam Girard etc. of „Improvements in the manufacture of blue coloring matter". — Sealed the 9th. April 1867 etc.

Moniteur scientifique, Novembre 1874 pag. 1071.

[2]) Ann. Chem. Pharm. 132, pag. 160.

tentirten Verfahren [1]) Beweise, sondern es zeigen auch die prachtvollen im Handel sich findenden Diphenylamin- und Methyldiphenylamin-Blau, dass diese Verfahren mit Erfolg practicirt werden können.

Selbstverständlich gehen Hand in Hand mit den Verbesserungen im Blaudarstellungsverfahren auch Aenderungen in der Darstellung der Rohstoffe und es ist frappant wie schön und rein diese Körper, namentlich das Diphenylamin, gegenwärtig centnerweise in den Farbenfabriken producirt werden. Die Entdeckung dieses Körpers, des

D i p h e n y l a m i n

wurde von A. W. Hofmann gemacht. Durch trockene Destillation des Anilinblaus (Triphenylrosanilin) erhielt Hofmann [2]) ein bei 280° — 300° übergehendes Destillat, welches mit Salzsäure vermischt zu einem in Salzsäure schwer löslichen Körper erstarrte, der mit Alkohol gewaschen und umkrystallisirt in weissen Nadeln erhalten wurde (salzsaures Diphenylamin). Durch Zusatz von Ammoniak wird daraus ein rasch krystallinisch erstarrendes Oel, welches von Hofmann als Diphenylamin erkannt wurde, abgeschieden.

---

[1]) Brevet de Ch. Bardy, 31. Jan. 1870 (Darstellung von blauen Farbstoffen aus Diphenylamin und Methyldiphenylamin). Moniteur scient. 1870. pag 553. — Girard liess sich am 19. Juni 1874 ein Verfahren patentiren, laut welchem er Methyl-, Aethyl- oder Amyl-Diphenylamin mit Oxalsäure behandelt und in dieser Weise blaue Farbstoffe erhält.

[2]) Ann. Chem. Pharm. 132, pag. 160.

Melanilin, Leukanilin liefern bei der Zersetzung durch Hitze dieselbe Basis. [1])

G. de Laire, Ch. Girard & P. Chapoteont [2]) gelangten in anderer Weise, durch Einwirkung von Anilin auf ein Anilinsalz zu demselben Körper. Diese äusserst interessante Reaction erhält durch folgende Gleichung ihren Ausdruck:

$$N \begin{cases} C_6\,H_5 \\ H \\ H \end{cases} + N \begin{cases} C_6\,H_5 \\ H \\ H \end{cases} = N \begin{cases} C_6\,H_5 \\ C_6\,H_5 \\ H \end{cases} + N\,H_3$$

Allerdings geht die Einwirkung nicht glatt im Sinne obiger Gleichung vor sich, vielmehr bilden sich noch andere Producte (z. B. Farbstoffe), die nicht genauer signalisirt sind.

Die Genannten erhielten durch Einwirkung anderer Anilinsalze (schwefelsaures, salzsaures, salpetersaures, arsensaures, phosphorsaures Anilin, sowie der Verbindungen, welche diese Base mit den Chloriden von Zink, Zinn, Quecksilber etc. liefert), auf Anilin, dasselbe secundäre Monamin. Es soll sich jedoch das salzsaure Salz am besten eignen.

A. W. Hofmann [3]) studirte eingehender die Reaction von Oxalsäure auf Anilin; er fand, dass unter gewissen Bedingungen, die er näher präcisirt, neben andern Körpern wie Blausäure, Benzonitril etc. auch Diphenylamin entsteht und zwar als secundäres Product aus gebildetem Phenylformamid:

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. 132, pag. 160.

[2]) Compt. r. 63, pag. 91.

[3]) Chem. Centralblatt 1868, pag. 227.

$$2 \left. \begin{matrix} CHO \\ C_6H_5 \\ H \end{matrix} \right\} N = \left. \begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \\ H \end{matrix} \right\} N + CNH + H_2O + CO$$

Bardy & Dusart[1]) gaben eine Reihe von Reactionen an, bei welchen Diphenylamin entstehen soll. Anilin mit trockenem phenolsulfosaurem Natrium gegen 225 ° erhitzt gibt Diphenylamin. Ebenso soll es entstehen:

wenn ein Gemisch von salzsaurem Anilin, Phenol und rauchender Salzsäure auf 250 ° erhitzt wird. Die Salzsäure würde hier also die Rolle einer wasserentziehenden Substanz spielen, sie würde zunächst mit dem Phenol Phenylchlorür bilden, welch' letzteres auf das salzsaure Anilin reagirt;

wenn Phenylchlorür und Anilin durch eine bis zur beginnenden Rothgluth erhitzte Röhre geleitet werden;

wenn Phenylchlorür oder Phenyljodür mit Natrium in der Kälte zusammengebracht werden;

wenn Phenyljodür und Anilin auf 280 ° erhitzt wird.

Erhitzt man ein Gemisch von Phenol, Salmiak und rauchender Salzsäure in geschlossenen Gefässen, so bilden sich nach Bardy & Dusart[2]) neben Phenylchlorür und Anilin reichliche Quantitäten von Diphenylamin. Die Reaction denken sich die Genannten in folgender Weise vor sich gegangen. Die rauchende Salzsäure wirkt zunächst auf das Phenol ein, Phenylchlorür bildend:

$$C_6H_5 \boxed{OH + H} Cl = C_6H_5 . Cl + H_2O$$

Phenylchlorür reagirt auf den Salmiak und bildet Anilin:

[1]) Compt. r. 73, pag. 1276.

[2]) Compt. r. 74, pag. 188.

$$C_6H_5Cl + NH_4Cl = \left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N, HCl + HCl$$

Dieses setzt sich mit neuen Quantitäten Phenylchlorür zu Diphenylamin um:

$$\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + C_6H_5Cl = \left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \\ H \end{matrix}\right\} N + HCl$$

Girard & de Laire[1]) können die Angaben von Dusard und Bardy nicht bestätigen. Die Diphenylaminbildung durch Einwirkung von Phenol, rauchender HCl und salzsaurem Anilin führen sie auf Zersetzung des salzsauren Anilins zurück, und nicht auf Einwirkung von sich bildendem Phenylchlorür auf salzsaures Anilin. Sie belegen ihre Angabe mit der Beschreibung eines Versuchs, bei welchem sie aus reinem salzsauren Anilin durch Erhitzen auf 300° — 340°, während mehrerer Stunden etwa $^1/_{10}$ vom Gewicht des angewandten salzsauren Anilins an Diphenylamin erhielten.

Bei der Einwirkung von Anilin und phenolsulfosaurem Natron konnten sie Diphenylaminbildung nur dann konstatiren, wenn der eine oder der andere der angewandten Körper ein Anilinsalz enthielt, so dass bei der von Bardy und Dusart angegebenen Reaction die Bildung des Diphenylamins lediglich der Einwirkung von Anilin auf ein Anilinsalz zuzuschreiben wäre. Dasselbe war bei Phenylbromür oder -jodür und Anilin zu beobachten. Nur wenn die erstern Körper freie Säure, oder das Anilin ein Anilinsalz enthielt, konnte Diphenylamin erhalten werden.

---

[1]) Compt. r. 74, pag. 811.

Phenylchlorür und Salmiak zusammen erhitzt reagirten gar nicht auf einander. Wenn nun auch letzterer Versuch in anderer Weise angestellt worden ist als der von Bardy & Dusart (wo Phenol, Salzsäure und Salmiak zusammenwirken), so hat der Einwurf Girard und de Lair's jedenfalls doch seine Berechtigung, da Bardy & Dusart ihre Resultate selbst auf die Einwirkung von Phenylchlorür auf Anilin resp. Salmiak zurückführen.

Die letzteren vom Phenol ausgehenden Darstellungsmethoden dürfen um so mehr in Zweifel gezogen werden, als es bis jetzt nicht gelungen ist, Phenol in befriedigender Weise in Anilin umzuwandeln. Welche Bedingungen den Versuchen auch zu Grunde gelegt wurden, immer waren nur Spuren von Anilin zu erhalten.

W. Weith [1]) erhielt ebenfalls Diphenylamin bei Zersetzung von α Tetraphenylguanidin sowie Diphenylcyanamid mit Salzsäure oder Kalihydrat; W. Weith und B. Schröder durch analoge Zersetzung des β Triphenylguanidins. [2])

V. Merz und W. Weith [3]) stellten Diphenylamin dar durch Einwirkung von Monokaliumanilin auf Brombenzol. Diese Reaction beansprucht ein gewisses Interesse; Anilin und Brombenzol wirken nicht auf einander ein, ersetzt man aber Wasserstoff durch ein Alkalimetall und steigert so die Affinitäten, so kann Phenyl eingeführt werden. Die verschiedenen Versuche haben gezeigt, dass entsprechend der Präexistenz von Mono- und Dikaliumanilin, Diphenylamin und Triphenylamin gebildet werden.

Eigenschaften des Diphenylamins. Bildet eine

---

[1]) Berl. Ber. 7. pag. 843.
[2]) Berl. Ber. 8. pag. 294.
[3]) Berl. Ber. 6. pag. 1511.

weisse, blätterig krystallinische Masse; schmilzt bei 45°. nach den neueren Angaben von Merz & Weith [1]) bei 54°, destillirt unzersetzt bei 310°; es ist fast unlöslich in Wasser, leichtlöslich in Alkohol, Aether, Benzol, Petroleum und Anilin; ferner löst es sich in concentrirten Mineralsäuren und in Essigsäure, indem jeweils die entsprechenden Salze entstehen. Diese Salze zeigen jedoch eine grosse Unbeständigkeit, indem sie schon durch Wasser zersetzt werden. Durch Salpetersäure wird Diphenylamin intensiv blau gefärbt, eine Reaction, welche so empfindlich ist, dass sie zur Auffindung von Spuren Salpetersäure dienen kann. [2])

Wie bereits früher bemerkt, wird Diphenylamin durch oxydirende Substanzen in blaue Farbstoffe übergeführt.

Werthvolle Beiträge zur Geschichte des Diphenylamins sind in letzter Zeit geliefert worden durch die Arbeiten von Merz & Weith [3]), welche verschiedene Derivate dargestellt und genau untersucht haben. So beschreiben sie namentlich ein Acelylderivat, Diphenylurethan und machen genaue Angaben über das Verhalten des Diphenylamins zu Schwefelsäure.

Diphenylaminmonosulfosäure,Diphenylamindisulfosäure, sowie einige Salze dieser Säuren sind jetzt bekannt.

Graebe [4]) hat die Zersetzung des Diphenylamins durch Hitze eingehenden Versuchen unterzogen und hat gefunden, dass dabei Carbazol entsteht.

---

[1]) Berl. Ber. 6, pag. 1511.
[2]) E. Kopp. Berl. Ber. 1872, pag. 284.
[3]) Berl. Ber. 6. pag. 1511.
[4]) Berl. Ber. 5. pag. 176.

Methyldiphenylamin.

Dieses tertiäre Monamin wurde zuerst dargestellt aus Diphenylamin und Jodmethyl; die beiden Körper reagiren schon unter 100° und geben mehr oder weniger methylirtes Diphenylamin.

In einer Patentvorschrift von Bardy[1]) wird salzsaures Diphenylamin und Methylalkohol in geschlossenen Gefässen unter Druck erhitzt, wobei eine ähnliche Reaction wie sie z. B. bei der Darstellung von Methylanilin bekannt ist, eintritt.

Methyldiphenylamin ist eine ölige Flüssigkeit, welche ohne Zersetzung gegen 290° destillirt. Bei —11° Cels. erstarrt sie zu einer krystallinischen Masse.

Unter dem Einfluss wasserentziehender Substanzen liefert der Körper violettblaue oder blauviolette Farbstoffe.

Vom Diphenylamin unterscheidet er sich leicht durch sein Verhalten gegen Salpetersäure, letztere färbt ihn rothviolett.

Girard & Vogt[1]) erhielten ferner Methyldiphenylamin durch Einwirkung von salzsaurem Anilin auf Methylanilin.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche wurden ausgeführt mit Diphenylamin vom Schmelzpunkte 54° und mit Methyldiphenylamin, welches bei 290° — 300° destillirt.

---

[1]) Moniteur scient. 1870. pag. 553. Brevet Nro. 88713.

[2]) Compt. r. 73. pag. 627.

I. Einwirkung von Salpetersäure auf Diphenylamin und Methyldiphenylamin.

Diphenylamin und seine Salze färben sich bei Berührung mit concentrirter Salpetersäure prachtvoll blau, namentlich erhält man eine tief indigblaugefärbte Flüssigkeit, wenn zur Base zunächst Salzsäure und hierauf tropfenweise Salpetersäure zugegeben wird[1]; Methyldiphenylamin wird durch Salpetersäure violettroth, ähnlich der Farbe von Kaliumpermanganatlösungen, gefärbt.[2] Sowohl der blaue Farbstoff, der im einen als der violettrothe, der im andern Fall entstanden ist, sind sehr unbeständige, leicht veränderliche Körper und wahrscheinlich aus diesem Grunde noch nicht näher untersucht.

Intensivere Einwirkung von Salpetersäure auf Diphenylamin und Methyldiphenylamin erzeugt, wie wir gleich sehen werden, Nitroproducte. Schon Hofmann[3]) erhielt Nitrodiphenylamine, ausgehend vom Benzoyldiphenylamin:

$$N \left\{ \begin{array}{l} C_6 H_5 \\ C_6 H_5 \\ C_7 H_5 O \end{array} \right.$$

welches aus Diphenylamin und Benzoylchlorid erhalten wird.

Lässt man gewöhnliche concentrirte Salpetersäure auf diesen Körper einwirken, so löst er sich auf und aus

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. 132, pag. 160.
[2]) Monit. scient. 1870 pag. 553.
[3]) Ann. Chem. Pharm. 132. pag. 160.

der Lösung wird durch Wasser eine hellgelbe Substanz, Benzoylmononitrodiphenylamin:

$$N \begin{cases} C_6\,H_5 \\ C_6\,H_4\ (NO_2) \\ C_7\,H_5\,O \end{cases}$$

gefällt. Natriumhydrat ertheilt letzterem Körper eine scharlachrothe Färbung, es findet Zersetzung statt, indem sich Benzoesäure und Mononitrodiphenylamin

$$N \begin{cases} C_6\,H_5 \\ C_6\,H_4\ (NO_2) \\ H \end{cases}$$

ein in gelbrothen Nadeln krystallisirender Körper abscheidet.

Ein Dinitrodiphenylamin erhielt Hofmann, indem er durch starke rauchende Salpetersäure zunächst

$$N \begin{cases} C_6\,H_4\ (NO_2) \\ C_6\,H_4\ (NO_2) \\ C_7\,H_5\,O \end{cases}$$

Benzoyldinitrodiphenylamin herstellte, welches sich in Natron mit prächtig carmoisinrother Farbe löst, beim Kochen der Lösung sich aber zersetzt in Nitrobenzoesäure, die an Natron gebunden wird, und in Dinitrodiphenylamin:

$$N \begin{cases} C_6\,H_4\ (NO_2) \\ C_6\,H_4\ (NO_2) \\ H \end{cases}$$

welches aus Alkohol in rothen Nadeln mit bläulich metallischem Schein krystallisirt.

Clemm [1]) ist in anderer Weise zu Nitroderivaten des

[1]) Chem. Centralblatt, 1870, pag. 442.

Diphenylamins gelangt. Beim Erwärmen von Dinitrobrombenzol mit überschüssigem Anilin geht folgende Reaction vor sich:

$$C_6 H_3 (NO_2)_2 Br. + N \begin{cases} C_6 H_5 \\ H \\ H \end{cases} = N \begin{cases} C_6 H_5 \\ C_6 H_3 (NO_2)_2 \\ H \end{cases} + HBr$$

Das entstandene Dinitrodiphenylamin krystallisirt aus Chloroform in langen, dünnen, lebhaft glänzenden, scharlachrothen Nadeln vom Schmelzpunkt 153°.

Ob das Hofmann'sche Dinitrodiphenylamin mit letzterem identisch ist oder nicht, lässt sich, da genauere Angaben über die Eigenschaften von Hofmann nicht gemacht wurden, mit Bestimmtheit nicht entscheiden. Jedoch ist die von Hofmann für seinen Körper aufgestellte Formel:

$$N \begin{cases} C_6 H_4 (NO_2) \\ C_6 H_4 (NO_2) \\ H \end{cases}$$

mit grosser Wahrscheinlichkeit die richtige und es wären dann diese beiden Verbindungen nur isomer, eine Ansicht, die bereits von Clemm schon ausgesprochen wurde.

Trinitrodiphenylamin wurde von Clemm durch Einwirkung von Anilin auf Trinitrochlorbenzol erhalten. Die Reaction vollzieht sich nach folgender Gleichung:

$$C_6 H_2 (NO_2)_3 Cl + 2 N \begin{cases} C_6 H_5 \\ H \\ H \end{cases} = N \begin{cases} C_6 H_5 \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \\ H \end{cases} + C_6 H_5 NH_2 HCl$$

Es kann je nach dem Lösungsmittel in glänzenden, gelben, federfahnenähnlichen Gebilden, oder in prachtvoll funkelnden, im reflectirten Lichte scharlachrothen im

durchfallenden Lichte röthlichgelben Prismen vom Schmelzpunkt 175 ^{0} erhalten werden.

In jüngster Zeit sind diese Körper durch die schönen Arbeiten von Austen [1]) um eine nicht unbeträchtliche Anzahl vermehrt worden. Es sei mir erlaubt die Austenschen Verbindungen hier kurz anzuführen und mich dabei derjenigen Bezeichnungen zu bedienen, die Austen in der citirten Abhandlung benützt.

ω - ortho — μ - meta — π - para

μ Nitranilin-Nitranilin aus gewöhnlichen Dinitrobenzol.

π Nitranilin-Nitranilin aus Acetanilid.

π Trinitrophenyl- die Trinitrogruppe der Pikrinsäure.

Lässt man Paradinitrobrombenzol (F. 72 ^{0} erhalten durch Nitrirung von Brombenzol) und μ-Nitranilin in alkoholischer Lösung im geschlossenen Rohre bei 100 ^{0} digeriren, so kann aus der Reactionsmasse nach dem Waschen mit Wasser durch Eisessig ein Trinitrodiphenylamin ausgezogen werden, welches aus genanntem Lösungsmittel in glänzenden gelben Krystallen erhalten wird, die den Schmelzpunkt 189^0 zeigen. Es besitzt die Formel

$$N \begin{cases} C_6\ H_4\ (NO_2)\ \mu \\ C_6\ H_3\ (NO_2)_2\ \pi \\ H \end{cases}$$

Paradinitrophenylmetanitranilin.

Wendet man nicht μ-Nitranilin, sondern π-Nitranilin an, so erhält man einen anderen, dem vorigen isomeren Körper:

$$N \begin{cases} C_6\ H_4\ (NO_2)\ \pi \\ C_6\ H_3\ (NO_2)_2\ \pi \\ H \end{cases}$$ Paradinitrophenylparanitranilin, welcher bei 181^0 schmilzt.

---

[1]) Berl. Ber. 7. pag. 1248.

Löst man äquivalente Mengen μ-Nitranilin und Chlorpikryl in kochendem absolutem Alkohol, so bildet sich beim Zusammenbringen der Lösungen ein krystallinischer Niederschlag, der nach dem Reinigen bei 205° schmilzt:

$$N \begin{cases} C_6 H_4 (NO_2) \mu \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \pi \\ H \end{cases}$$

Parapikrylmetanitranilin.

Parapikrylparanitranilin wird aus Chlorpikryl und π-Nitranilin gewonnen. Schmilzt bei 216°.

$$N \begin{cases} C_6 H_4 (NO_2) \pi \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \pi \\ H \end{cases}$$

Diese beiden Tetranitrodiphenylamine nehmen beim Behandeln mit einem Gemisch von rauchender Salpetersäure und Schwefelsäure noch zwei Nitrogruppen auf und verwandeln sich in Hexanitrodiphenylamine, welchen von Austen folgende Formeln gegeben werden.

$$N \begin{cases} C_6 H_2 (NO_2)_3 \mu \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \pi \\ H \end{cases}$$ Parapikrylmetapikrylamin, schmilzt bei 261°.

$$N \begin{cases} C_6 H_2 (NO_2)_3 \pi \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \pi \\ H \end{cases}$$ Diparapikrylamin, schmilzt bei 238° unter Zersetzung.

Keiner der aufgezählten Nitrokörper ist durch directes Nitriren des Diphenylamins erhalten worden. Es ist mir nun gelungen, wenigstens einen und zwar den zuletzt erwähnten durch einfaches Nitriren des Diphenylamins herzustellen.

Da dieses Hexanitrodiphenylamin zunächst aus dem Methyldiphenylamin erhalten worden ist, und die spätere

Darstellung aus dem Diphenylamin eine Consequenz dieser Operation war, so sei unmittelbar die erstere Darstellungsweise erwähnt.

Mischt man Methyldiphenylamin mit Salpetersäure und erwärmt das Gemisch, so tritt plötzlich eine äusserst lebhafte Reaction ein; Ströme von Salpetriger Säure entweichen und wenn die Reaction durch Erwärmen so lange unterstützt wird, bis keine rothen Dämpfe mehr gebildet werden, so erhält man neben der Salpetersäurelösung eine gelbe, krümelige Masse. Zweckmässig verfährt man in der Weise, dass man das Methyldiphenylamin zunächst etwa mit seinem 2—3fachen Gewicht gewöhnlicher Salpetersäure auf dem Wasserbade erwärmt. Nachdem die erste stürmische Reaction vorüber ist und durch dieselbe die vorhandene Salpetersäure so verdünnt geworden, dass auch bei weiterem Erhitzen keine intensivere Einwirkung mehr stattfindet, giesst man die wässerige Flüssigkeit (welche wenig vom wesentlichen Körper gelöst enthält, wie weiter unten gezeigt wird) weg und versetzt den Rückstand mit frischer Salpetersäure und zwar wendet man jetzt am besten rauchende an. Man erwärmt wieder auf dem Wasserbad bis jede Einwirkung aufhört, giesst die wässerige Lösung ab, erneuert sie durch frische Salpetersäure und fährt so fort bis nach einem neuen Aufguss von Säure keine merkbare Reaction mehr eintritt.

Die Salpetersäurelösung enthält neben wenig Pikrinsäure etwas harzige Substanzen, welche letzteren beiden Körper auch der gelben, krümeligen Masse in geringer Quantität beigemischt sind. Man kann dieselben durch Auskochen mit Wasser entfernen und dadurch vom

Hauptproducte, das selbst in heissem Wasser beinah unlöslich ist, trennen. Der gut gewaschene Rückstand kann aus Alkohol oder Eisessig, in welchen er löslich ist, krystallisirt erhalten werden. Er ist auch in geringer Menge in heisser concentrirter Salpetersäure löslich und krystallisirt beim Erkalten der Lösung in schönen, grossen, gut ausgebildeten Krystallen.

Es hat sich bei dieser Reaction gebildet:

Hexanitrodiphenylamin.

Dieser Nitrokörper ist, wie erwähnt, in Wasser beinahe unlöslich, ebenso in Aether, wenig löslich in einem Gemisch von Alkohol und Wasser, etwas mehr in reinem Alkohol. Das beste Lösungsmittel ist Eisessig. Aus heiss gesättigten Lösungen krystallisirt er in durchsichtigen hellgelben Prismen; er schmilzt bei 238°[1]) unter Zersetzung.

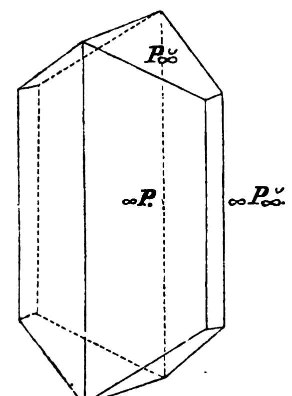
Bei vorsichtigem langsamem Erhitzen sublimirt er in gelben Nädelchen, bei raschem Erhitzen findet lebhafte Verpuffung statt.

Unter günstigen Bedingungen können aus einer Salpetersäurelösung grosse, wohl ausgebildete Krystalle erhalten werden. Herr Dr. Ambühl hatte die Güte solche krystallographisch zu untersuchen und macht mir darüber folgende Mittheilungen:

»Das Hexanitrodiphenylamin

---

[1]) Irrthümlicher Weise ist der Schmelzpunkt dieser Verbindung in einer vorläufigen Notiz in den Berliner Berichten 1874, pag 1400 zu 233° -- 234° angegeben.



bildet topasgelbe, glasglänzende, vollkommen ausgebildete Krystalle, welche dem orthorhombischen System angehören. Sämmtliche Individuen zeigen die Combination des Prismas ∞P mit dem Brachydoma $\infty P\breve{\infty}$ und dem Brachypinakoid $\infty P\breve{\infty}$; sie sind aber nach zwei verschiedenen Typen ausgebildet, die meisten kurz und dick, einzelne in der Richtung der Hauptaxe stark verlängert.

Gemessen wurde:

	Gemessen	Berechnet
∞P	$= 117^0\ 12'$	
$P\breve{\infty}$	$= 102^0\ 20'$	
$\infty P : P\breve{\infty}$	$= 112^0\ 36'$	$112^0\ 47'$

Hieraus berechnet sich das Axenverhältniss:

Hauptaxe a, Macrodiagonale b, Brachydiagonale c;

$$a : b : c = 1 : 0{,}955 : 0{,}567.$$

Die Krystalle sind unvollkommen spaltbar in der Richtung senkrecht zur Hauptaxe.«

Behandelt man diesen Körper mit Barythydrat, so erhält man eine intensiv roth gefärbte Lösung, aus welcher beim Erkalten das Barytsalz in schön roth gefärbten Rhomboëdern krystallisirt.

Ebenso existirt ein gut krystallisirtes Ammoniaksalz.

Sowohl die freie Säure als die Salze sind sehr explosiv.

Vergleicht man die Eigenschaften dieses Nitrokörpers mit denjenigen, welche Austen [1]) in der bereits citirten

---

[1]) Berl. Ber. 7. pag. 1250.

Abhandlung von seinem Diparapicrylamin angibt, so springt die Aehnlichkeit der genannten Körper sofort in die Augen, ja es ist dieselbe so auffallend, die Eigenschaften stimmen so genau überein, dass man diese Körper sofort als identisch betrachten möchte, wenn nicht in unserem Fall Methyldiphenylamin das Ausgangsproduct gewesen wäre, und wir somit zunächst wenigstens genöthigt sind, den fraglichen Körper als Methyldiphenylaminderivat zu betrachten.

Es handelt sich somit um die Frage, ob möglicherweise die Methyl-Gruppe bei der Reaction von Salpetersäure auf Methyldiphenylamin eliminirt worden ist. Hierüber könnten ganz genaue Analysen Aufschluss geben, allein es braucht keiner Zahlen um sofort einzusehen, wie wenig die procentische Zusammensetzung in diesem Falle varirt, ob CH_3 oder dafür H in Rechnung zu bringen ist.

Es wurde daher versucht, die äusserst wahrscheinliche Thatsache: Elimination der CH_3-Gruppe bei der fraglichen Reaction experimentell zu beweisen und es war dies auf höchst einfache und naheliegende Weise auszuführen.

Man kann nämlich mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass dieses Nitroproduct, sofern es CH_3 nicht enthält, also ein Nitrodiphenylamin ist, nicht allein aus Methyldiphenylamin, sondern ebenso gut aus Diphenylamin erhalten werden kann.

Unterwirft man somit Diphenylamin der Einwirkung von Salpetersäure wie es oben für Methyldiphenylamin beschrieben ist und man gelangt zu demselben Resultate, so darf mit Sicherheit angenommen werden, dass bei der erstern Reaction die CH_3-Gruppe eliminirt resp. durch H ersetzt worden ist.

Im angedeuteten Sinne wurden auch Versuche unternommen. Beim Behandeln des Diphenylamins mit Salpetersäure ergaben sich nun ganz dieselben Resultate, wie sie bereits aus der frühern Reaction bei Anwendung von Methyldiphenylamin bekannt sind.

Der erhaltene Nitrokörper zeigt genau dieselben Eigenschaften wie der frühere, er bildet Salze; die dargestellten Baryt- und Ammoniaksalze stimmen mit den oben beschriebenen in ihren Eigenschaften genau überein.

Analysen, welche sowohl vom Nitrokörper als auch von den Salzen ausgeführt wurden, lassen über die Zusammensetzung der Körper keinen Zweifel mehr.

Dem Nitrokörper kommt die Formel zu:

$$N \begin{cases} C_6 H_2 (NO_2)_3 \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \\ H \end{cases}$$

Analysen.

I. 0.3832 g. der gereinigten Substanz ergaben:
0.0590 g. H_2O
0.4680 g. CO_2

II. 0.3435 g. Substanz ergaben:
0.4219 g. CO_2
0.0559 g. H_2O

III. 0.5445 g. Substanz ergaben:
115 cbcm. N bei 21 ° C und 722 mm.

IV. 0.2868 g. Substanz ergaben:
58.5 cbcm. N bei 21 ° und 721.5 mm.

Für die Formel $NC_{12}H_5 (NO_2)_6$

	berechnet:	gefunden: I.	II.	III.	IV.
C	32.80	33.28	33.49	—	—
H	1.13	1.70	1.81	—	—
N	22.32	—	—	22.13	22.67

Salze.

Wie bereits erwähnt spielt das Hexanitrodiphenylamin die Rolle einer Säure, es zersetzt Carbonate und liefert die entsprechenden Salze. Somit hat bei der Reaction des Diphenylamins und Salpetersäure eine ähnliche Aenderung stattgefunden, wie sie beinah ohne Ausnahme zu konstatiren ist. Aus einem neutralen resp. schwach basischen Körper ist durch Eintritt von NO_2-Gruppen ein Körper mit sauren Eigenschaften entstanden. Analogien finden sich sehr manigfaltig vor, man darf nur an die Nitrophenole, Nitraniline etc. erinnern. Im einen Fall entstehen aus einem Körper, der ganz schwach saure Eigenschaften besitzt, starke Säuren, im andern Fall werden die stark basischen Eigenschaften durch Eintritt von NO_2-Gruppen total abgestumpft.

Die untersuchten Salze sind folgende:

Bariumdihexanitrodiphenylamin

$$Ba \left\{ \begin{array}{l} N \left\{ \begin{array}{l} C_6H_2(NO_2)_3 \\ C_6H_2(NO_2)_3 \end{array} \right. \\ N \left\{ \begin{array}{l} C_6H_2(NO_2)_3 \\ C_6H_2(NO_2)_3 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Die Darstellung dieses Körpers ist bereits oben angedeutet. Ist löslich in Wasser und Alkohol mit rother Farbe. Aus den Lösungen wird durch Zusatz einer Mi-

neralsäure das ursprüngliche Hexanitrodiphenylamin wieder ausgefällt. Krystallisirt in schön rubinroth gefärbten Rhomboëdern.

Analysen.

I. 0.5000 g. Substanz lieferten:
0.1118 g. $Ba SO_4$
II. 0.5875 g. Substanz lieferten:
0.1318 g. $Ba SO_4$
Die Formel $Ba N_2 C_{24} H_8 (NO_2)_{12}$

	verlangt:	gefunden: I.	II.
Ba	13.52 %	13.14 %	13.21 %

Ammoniumhexanitrodiphenylamin

wird erhalten, wenn man kaustisches Ammoniak und Hexanitrodiphenylamin zusammen kocht. Es entsteht sofort eine tiefrothe Lösung, welche beim Eindampfen das Ammoniaksalz in rothen Blättchen oder Nadeln absetzt. Aus seinen Lösungen wird der Nitrokörper durch Mineralsäuren unverändert abgeschieden. (Ueber seine Zusammensetzung s. w. u.)

Nach dem Gesagten darf das Hexanitrodiphenylamin und dessen Barytsalz als mit den von Austen unter dem Namen Diparapicrylamin und Bariumdiparapicrylamin aufgeführten Körpern als identisch erklärt werden.

Damit ist auch die Constitution dieser Körper aufgeklärt, sofern die Angaben von Austen die richtigen sind. Austen hat sein sogenanntes Diparapicrylamin dargestellt durch Nitriren des Parapicrylparanitranilins. Er nimmt nun an, dass die zwei NO_2 - Gruppen, welche dem Körper

noch einverleibt werden, zur bereits vorhandenen in die Stellung 2,4 treten, dass wir somit den Complex der Picrylgruppe erhalten.

Geht man auf diese Annahme, welche ziemlich viel Wahrscheinlichkeit besitzt, jedoch nicht bewiesen ist, ein, so kommt diesen Körpern nachfolgende Constitution zu:

Die Pikrinsäure[1]) hat die Nitrogruppen in der 2,4,6 Stellung, sie hat also die Formel:

HO

NO_2 NO_2

NO_2

oder das Picrylchlorid:

Cl

NO_2 NO_2

NO_2

Es bildet sich nun durch Einwirkung der letztern auf Paranitranilin:

---

[1]) Petersen, Berl. Ber. 6. pag. 368, 7. pag. 58.

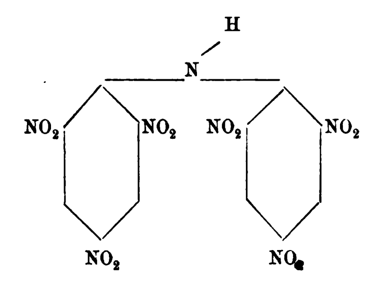
H H

Cl N—H N

NO_2 NO_2 + = H Cl + NO_2 NO_2

NO_2 NO_2 NO_2 NO_2

Austen setzt voraus, dass bei nun folgendem Nitriren des erhaltenen Parapicrylparanitranilins die noch eintretenden 2 NO_2-Gruppen folgende Stellung einnehmen:



Beweise für die Richtigkeit dieser Formel konnten bis jetzt, wie schon erwähnt, noch nicht gebracht werden. Sollte sich der Körper glatt in Pikrinsäure und Ammoniak spalten lassen, so wäre dies eine Reaction, welche für die genannte Formel sprechen würde. Ebenso wäre die Wahrscheinlichkeit obiger Annahme gross, sofern das Paranitranilin beim Behandeln mit Salpetersäure Pikrinsäure lieferte; allein die Resistenzfähigkeit des π Nitranilins gegen Salpetersäure ist ziemlich gross, so dass es

selbst von concentrirter Säure ohne merkliche Veränderung gelöst wird und eine Umwandlung im obigen Sinne bis jetzt noch nicht beobachtet wurde. Immerhin könnte auch letztere Reaction, sofern sie wirklich auszuführen wäre, nicht als Beweis für die aufgestellte Formel gelten, denn selbstverständlich kann sich Substitution im Kern des freien Nitranilins anders gestalten als dies im Kern, der mit andern Atomcomplexen verbunden ist, der Fall sein kann. Es erscheint somit die Auffassung des Körpers als Diparapicrylamin einstweilen als ungerechtfertigt.

Versuche, die angestellt wurden, um eine allfällige Spaltung des Körpers in Pikrinsäure und Ammoniak zu erzielen, führten zu negativen Resultaten.

Die Spaltung könnte ausgeführt werden durch ein Alkali oder eine Säure. Hexanitrodiphenylamin wurde mit NaOH unter Druck erhitzt; es findet Zersetzung statt, die Reactionsmasse hat eine gelbbraune Farbe und eine dickliche Consistenz angenommen. Auf Zusatz einer Mineralsäure scheidet sich das Zersetzungsproduct in braunen Flocken ab, die sich in Alkohol lösen. Beim Verdunsten des Alkohols blieb eine schmierige Masse zurück, welche keine Spur Pikrinsäure enthielt.

Statt NaOH, welches jedenfalls eine tiefer eingreifende Wirkung ausübt, wurde Salzsäure angewandt. In diesem Falle war eine Veränderung des Hexanitrodiphenylamins nicht zu konstatiren.

Versuche, das Ammoniak aus dem Ammoniaksalz, welchem sehr wahrscheinlich die Formel

$$N \begin{cases} C_6H_2(NO_2)_3 \\ C_6H_2(NO_2)_3 \\ NH_4 \end{cases}$$

zukommt, auszutreiben und zu bestimmen, sind stets misslungen.

Es wurde zunächst eine abgewogene Menge des Ammoniaksalzes mit NaOH zersetzt und das entweichende Ammoniak in Normalsäure aufgefangen, wobei ein Gehalt von

$$4.09\ \%\ NH_3$$

resultirte.

Die Reaction des NaOH auf das betreffende Salz sollte im Sinne der folgenden Gleichung verlaufen:

$$N\begin{cases}C_6H_2(NO_2)_3\\C_6H_2(NO_2)_3\\NH_4\end{cases} + NaOH = H_2O + NH_3 + N\begin{cases}C_6H_2(NO_2)_3\\C_6H_2(NO_2)_3\\Na\end{cases}$$

Die zurückbleibende Lösung sollte somit das Natronsalz enthalten. Es scheint jedoch, dass je nach der Länge der Einwirkung eine tiefer eingreifende Reaction vor sich geht. Ein Beleg für letztere Annahme ist, dass die Lösung auf Zusatz einer Mineralsäure braune, schmierige Flocken ausscheidet und nicht Hexanitrodiphenylamin, was doch jedenfalls der Fall sein soll, wenn die Reaction nach der gegebenen Gleichung verliefe, wenn also das Natriumsalz gebildet würde.

Die Einwirkung des Natriumhydrats zu umgehen, wurde an dessen Stelle Calciumhydrat und Bariumhydrat angewandt, allein auch in diesem Falle scheint weitere Zersetzung einzutreten.

Gefunden NH_3 4.12 % 5.26 %

für die Formel

$$N \begin{cases} C_6 H_2 (NO_2)_3 \\ C_6 H_2 (NO_2)_3 \\ NH_4 \end{cases}$$

berechnet: 3.72 % NH_3.

Es wurde also stets eine zu grosse Quantität NH_3 erhalten; dies ist kaum in einer andern Zusammensetzung des Ammoniaksalzes zu suchen, als vielmehr in der tiefer eingreifenden Zersetzung desselben durch Einwirkung gewisser basischer Hydrate.

Es scheint dies allerdings sehr auffallend, namentlich dass Barythydrat zersetzend einwirken soll.

Während die beiden erstern Basen zum Voraus behufs Austreibung des Ammoniaks aus dem fraglichen Salz nicht sehr tauglich schienen (sie liefern, wenn Hexanitrodiphenylamin damit behandelt wird, keine krystallisirbaren Salze, sondern geben dickflüssige schmierige Massen, die jedenfalls nicht mehr alles Hexanitrodiphenylamin unverändert enthalten, sondern in denen ein Theil bereits zersetzt sein wird) so war doch mit ziemlicher Sicherheit zu hoffen, dass in dieser Hinsicht Barythydrat sich anders verhalten würde, weil aus dem Nitroproduct und BaO_2H_2 ein schön krystallisirtes Barytsalz zu erhalten ist.

Allein es lässt sich auch dieses erklären, wenn man in Betracht zieht, dass bei der Darstellung des Barytsalzes sich immer neben den gut ausgebildeten Krystallen des Salzes Schmieren bilden und dies namentlich, so lange ein Ueberschuss von BaO_2H_2 in der Lösung vorhanden ist.

Bedenkt man nun, dass bei der Ammoniakbestimmung stets ein länger andauerndes Kochen mit einem Ueberschuss von Barythydrat stattfinden muss, so ist leicht einzusehen, dass nuter den gegebenen Umständen eine theil-

weise Zersetzung eintreten kann und damit die Resultate stets ungenau, immer zu hoch, ausfallen.

Versuche in anderer Weise, die Formel dieses Ammoniaksalzes festzustellen, wurden nicht unternommen.

Eine Eigenschaft, die bis jetzt nicht erwähnt wurde und die sowohl dem Hexanitrodiphenylamin als den beschriebenen Salzen zukommt, ist noch von Interesse. Diese Körper sind Farbstoffe; sowohl das Hexanitrodiphenylamin in Wasser suspendirt, als die Salze in wässeriger oder alkoholischer Lösung färben Seide und Wolle direct prachtvoll orange (ungefähr wie das sogenannte Phosphin) und es wären diese Körper jedenfalls von practischer Wichtigkeit — namentlich auch im Hinblick auf die billige Darstellung, — wenn nicht eine weitere Eigenschaft der allgemeinern Anwendung dieser Körper entgegenstünde.

Die Körper üben auf die Epidermis einen starken Reiz aus, erzeugen Exantheme, die etwa denjenigen zu vergleichen sind, welche künstlich durch Einreiben von Crotonöl oder Brechweinsteinsalbe hervorgebracht werden. Eigenthümlicher Weise ist diese Wirkung nur individuell, d. h. bei manchen Individuen erzeugt eine äusserst verdünnte Lösung die genannten Erscheinungen, bei andern im Gegentheil vermögen selbst concentrirte Flüssigkeiten dieselben nicht hervorzubringen.

Einfluss reducirender Agentien auf Hexanitrodiphenylamin.

Trägt man in ein Gemisch von Zinn und Salzsäure portionenweise Hexanitrodiphenylamin ein, so erwärmt sich die Flüssigkeit; es zeigt sich bald eine äusserst lebhafte Reaction, die unter Umständen durch Kühlen gemässigt

werden muss. Die Flüssigkeit wird röthlichbraun, später schmutzig braunroth. Es scheiden sich braune schmierige Massen ab, und es bleibt ein Filtrat, in welchem das Reductionsproduct vermuthet wurde. Um dasselbe zu erhalten, wurde das Zinn mit Schwefelwasserstoff ausgefällt, die Lösung eingedampft, wobei Krystalle anschiessen, welche sich aber als Salmiak erwiesen.

Diese Reaction hat nichts Auffallendes, wenn man sich analoger Fälle erinnert. So haben Merz & Weith [1]) gezeigt, dass durch Einwirkung von Kalium auf Anilin etwas Ammoniak gebildet wird, ebenso weiss man, dass bei der Fabrikation des Anilins aus Nitrobenzol sogar viel Benzol und Ammoniak entstehen kann:

$$C_6H_5NH_2 + H_2 = C_6H_6 + NH_3$$

Die braune schmierige Masse, welche neben dem Salmiak gebildet wird, löst sich in Alkohol, Eisessig etc., wird aber nach dem Verdunsten des Lösungsmittels, wieder als brauner schmieriger Körper erhalten.

Versuche in anderer Richtung scheinen bessere Resultate zu geben. So wirkt schweflige Säure auf den Körper ein und bildet damit rothe Lösungen.

Ob hier einfache Reduction oder eine andere Veränderung vorliegt, ist noch nicht zu entscheiden, da diese Versuche erst in letzter Zeit vorgenommen worden sind und über grössere Quantitäten der gebildeten Producte nicht verfügt wird. Ich bin eben beschäftigt, die hierbei entstandenen Körper in grösserer Menge herzustellen und hoffe über den Vorgang bald Aufklärung zu erhalten.

---

[1]) Berl. Ber. 6. pag. 1514.

II. Einwirkung von Salzsäure auf Methyldiphenylamin.

Methyldiphenylamin wurde mit rauchender Salzsäure im zugeschmolzenen Rohr auf ca. 150° während einiger Stunden erhitzt. Beim Oeffnen der Röhre zeigte sich ein Druck, der Inhalt war in eine blaue Flüssigkeit verwandelt, aus welcher sich bald Krystalle abschieden, die durch die Salpetersäurereaction sofort als salzsaures Diphenylamin zu erkennen waren. Die Krystalle wurden mit Wasser zersetzt, die an der Oberfläche sich abgeschiedene Masse gepresst und in Alkohol gelöst; beim Verdunsten blieben Krystalle, welche den characteristischen Diphenylamingeruch zeigen und deren Schmelzpunkt bei 53° bis 54° liegt.

Die Einwirkung, welche somit hier statt hatte, verläuft in folgendem Sinne:

$$N\begin{cases} C_6H_5 \\ C_6H_5 \\ CH_3 \end{cases} + HCl = CH_3Cl + N\begin{cases} C_6H_5 \\ C_6H_5 \\ H \end{cases}$$

Aehnliche Reactionen hat Lauth[1]) bereits früher beobachtet; er hat nachgewiesen, dass Methylanilin und Methyltoluidin durch Salzsäure unter gewissen Bedingungen zersetzt werden; Anilin resp. Toluidin wird regenerirt, so dass folgende Gleichungen ein Bild dieser Zersetzungen liefert:

$$N\begin{cases} C_6H_5 \\ CH_3 \\ H \end{cases} + HCl = N\begin{cases} C_6H_5 \\ H \\ H \end{cases} + CH_3Cl.$$

[1]) Compt. r. 76. pag. 1209.

$$N \begin{cases} C_6H_4CH_3 \\ CH_3 \\ H \end{cases} + HCl = N \begin{cases} C_6H_4CH_3 \\ H \\ H \end{cases} + CH_3Cl.$$

Nachdem bereits Limpricht das Tribenzylamin unter dem Einfluss von Salzsäure in Di- und Monobenzylamin verwandelt hat, ist es Lauth gelungen, sämmtliche $C_6H_5CH_2$-Gruppen durch Salzsäure vom Stickstoff abzuspalten:

$$N \begin{cases} CH_2C_6H_5 \\ CH_2C_6H_5 \\ CH_2C_6H_5 \end{cases} + 4HCl = 3C_6H_5.CH_2Cl + NH_4Cl.$$

Lauth hält diese Reaction für ganz allgemein und glaubt, dass durch Salzsäure alle Alkoholradicale der Fettreihe, die in substituirten Ammoniaken sich vorfinden, eliminirt werden können, sogar wenn sie, wie bei $CH_2C_6H_5$, noch andere, aromatische Radicale, in die Verbindung hineinziehen.

Die obige Zersetzung des Methyldiphenylamins liefert somit einen weitern Beitrag zur Verallgemeinerung der von Lauth angegebenen Reaction.

III. Einwirkung von Brom auf Diphenylamin und Methyldiphenylamin.

1. Brom und Methyldiphenylamin.

Trägt man in eine Eisessiglösung von Methyldiphenylamin Brom ein, so erwärmt sich das Gemisch von selbst ziemlich bedeutend, es entweicht Bromwasserstoff und nachdem man eine gewisse Quantität Brom eingetragen hat, erstarrt die ganze Masse zu einem Krystallbrei. Die Krystalle werden auf einem Filter gesammelt und von der Mutterlauge durch Pressen befreit.

Wird die Krystallmasse mit Alkohol in der Siedhitze behandelt, so erhält man 3 Producte, die sehr leicht durch verschiedene Löslichkeits-Verhältnisse zu trennen sind.

Ein Theil löst sich in kochendem Alkohol ziemlich leicht; ein zweiter Theil braucht bedeutend mehr Alkohol zur Lösung und der dritte Theil ist selbst in ziemlich viel Alkohol nur wenig löslich.

Durch diese Behandlung sind drei verschiedene Verbindungen zu erhalten.

Tribrommethyldiphenylamin.

$$N \begin{cases} C_6H_4\,Br \\ C_6H_3\,Br_2 \\ CH_3 \end{cases}$$

Diese Verbindung ist im ersten alkoholischen Auszug enthalten und krystallisirt daraus in farblosen, durchsichtigen Nadeln. Durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus Alkohol wird sie rein erhalten.

Schmilzt bei 98°, ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Benzol.

Analysen:

I. 0.2995 g. reiner Substanz lieferten:
0.4045 g. Ag Br.

II. 0.3600 g. Substanz lieferten:
0.4885 g. Ag Br.

Die Formel $NC_{13}H_{10}Br_3$

	verlangt:	gefunden: I.	II.
Brom	57.14 %	57.46 %	57.72



Tetrabrommethyldiphenylamin.

$$N \begin{cases} C_6 H_3 Br_2 \\ C_6 H_3 Br_2 \\ CH_3 \end{cases}$$

Die nach einmaligem Behandeln mit Alkohol zurückbleibende Masse wird wiederholt mit mehr Alkohol ausgekocht. Aus den alkoholischen Auszügen krystallisiren beim Erkalten farblose Nadeln oder Prismen, welche durch Umkrystallisiren aus Alkohol, oder besser Benzol rein erhalten werden.

Diese Verbindung schmilzt bei 129°, ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, sehr leicht löslich in Benzol.

Analysen.

I. 0.2350 g. Substanz ergaben:
0.3545 g. AgBr.

II. 0.3125 g. Substanz ergaben:
0.4735 g. AgBr.

Die Formel $NC_{13}H_9Br_4$

	verlangt:	gefunden: I.	II.
Brom	64.12 %	64.17 %	64.47 %

Nachdem obige beiden Verbindungen der Reactionsmasse mit Alkohol entzogen worden sind, bleibt noch ein Rückstand, der sich in heissem Benzol ziemlich leicht löst und beim Erkalten der Lösung in durchsichtigen, farblosen Nadeln krystallisirt.

Durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus Benzol wird er rein erhalten. Schmilzt bei 182°, ist unlöslich in Wasser, schwer löslich in Alkohol, leicht löslich in Benzol.

— Ohne jetzt auf nähere Gründe einzutreten, sei der Körper als Tetrabromdiphenylamin bezeichnet.

2. Brom und Diphenylamin.

Hofmann [1]) erhielt durch Behandeln einer alkoholischen Lösung von Diphenylamin mit Brom einen gelblichen Niederschlag, der sich in heissem Alkohol ziemlich leicht löst und daraus in schönen Nadeln krystallisirt. Er gibt ihm die Formel:

$$N \left\{ \begin{array}{l} C_6 H_3 Br_2 \\ C_6 H_3 Br_2 \\ H \end{array} \right.$$

Tetrabromdiphenylamin.

Durch Wiederholung des genannten Versuchs wurde ein Körper erhalten, welcher die von Hofmann aufgestellte Formel besitzt.

Das Tetrabromdiphenylamin krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Nadeln oder Prismen, ist unlöslich in Wasser, schwer löslich in kaltem, selbst in heissem Alkohol, leicht löslich dagegen in Benzol. Schmilzt bei 182 °.

Analysen.

0.2130 g. Substanz lieferten:
0.3320 g. Ag Br

Die Formel $NC_{12} H_7 Br_4$

	verlangt:	gefunden:
Brom	65.97 %	66.32 %.

Obgleich Hofmann keine näheren Angaben über den

[1]) Ann. Chem. Pharm. 132 pag. 160.

Schmelzpunkt etc. seines Körpers gibt und daher ein Vergleich mit den Eigenschaften des letztern nicht vorzunehmen ist, so bleibt doch ausser allem Zweifel, dass die beiden Körper identisch sind.

Hexabromdiphenylamin.

$$N \begin{cases} C_6 H_2 Br_3 \\ C_6 H_2 Br_3 \\ H \end{cases}$$

Bei einem Versuche Diphenylamin in Eisessig gelöst mit Brom zu behandeln, wurde neben dem bereits beschriebenen Tetrabromdiphenylamin in grösserer Menge ein Körper erhalten, der einen höhern Schmelzpunkt besitzt. Durch Umkrystallisiren aus Benzol wurde er rein erhalten.

Schmilzt bei 218^0; ist in Wasser unlöslich, beinah unlöslich in Alkokol, löslich in Benzol, aus welchem Lösungsmittel er leicht in farblosen Prismen krystallisirt zu erhalten ist.

Analysen.

I. 0.2685 g. Substanz ergaben:
0.4750 g. Ag Br.

II. 0.3140 g. Substanz gaben:
0.5517 g. Ag Br.

Die Formel $NC_{12} H_5 Br_6$

	verlangt:	gefunden: I.	gefunden: II.
Brom	74.65 %	75.27 %	74.74 %.

Es ist noch eines Körpers zu gedenken, der beim Bromiren des Methyldiphenylamins entstanden ist und dort einfach als Tetrabromdiphenylamin (pag. 290) aufgeführt

wurde. Zu dieser Bezeichnung berechtigen nicht nur seine Eigenschaften, Löslichkeitsverhältnisse, Schmelzpunct (182°), sondern auch die Analysen ergaben, dass er mit dem Tetrabromdiphenylamin (aus Diphenylamin und Brom dargestellt) identisch ist.

Analysen.

I. 0.3160 g. Substanz ergaben:
0.4861 g. Ag Br.
II. 0.2510 g. Substanz ergaben:
0.3871 g. Ag Br.

Die Formel $NC_{12}H_7Br_4$

	verlangt:	gefunden: I.	II.
Brom	65.97 %	65.44 %	65.61 %

Ist die Identität der beiden Verbindungen nachgewiesen, so geht daraus unmittelbar hervor, dass Brom auf Methyldiphenylamin zuerst substituirend und hernach in der Weise einwirkt, dass die CH_3-Gruppe eliminirt wird.

Obgleich nach dem Gesagten die Natur der betreffenden Verbindung aufgeklärt ist, begnügte ich mich doch nicht damit, sondern suchte noch nach anderweitigen Thatsachen, um die Identität der Körper ausser allen Zweifel zu stellen.

Verhalten der Bromverbindungen gegen Acetylchlorid.

Merz & Weith [1]) haben gezeigt, dass das Wasserstoff-

---

[1]) Berl. Ber. 6, 1511.

atom, welches im Diphenylamin direct an den Stickstoff gebunden ist, durch die Acetyl-Gruppe ersetzt werden kann; sie erhielten eine gut characterisirte Verbindung von der Zusammensetzung

$$N \begin{cases} -C_6H_5 \\ -C_6H_5 \\ -C_2H_3O \end{cases}$$

Wie voraus zu sehen, ist eine analoge Verbindung aus dem Methyldiphenylamin nicht erhältlich. Methyldiphenylamin und Chloracetyl reagiren bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf einander ein, ebenso nicht beim Erwärmen; bringt man das Gemisch in zugeschmolzene Röhren und erhitzt es, so erhält man gefärbte, dickliche Lösungen, der grösste Theil Methyldiphenylamin findet sich noch unzersetzt vor, ein anderer ist farbstoffbildend zersetzt worden.

Wie Diphenylamin und Methyldiphenylamin sich verschieden gegen Chloracetyl verhalten, so ist auch anzunehmen, dass die entsprechenden Bromverbindungen ein abweichendes Resultat ergeben würden.

Die genannten Verbindungen wurden demnach mit Chloracetyl behandelt, weder in Benzol- noch in Eisessiglösung fand bei gewöhnlichem Drucke Einwirkung statt; es krystallisirten die Verbindungen wieder unverändert aus.

Erhitzt man aber die Bromverbindungen in Eisessig gelöst, mit Chloracetyl in zugeschmolzenen Röhren auf 100^0—110^0 während einiger Stunden, so findet man beim Oeffnen der Röhren einen geringen Druck vor, die Lösung ist farblos geblieben und hat Krystalle abgesetzt, welche verschieden von der ursprünglichen Verbindung sind. Sie wurden von der Mutterlauge getrennt, getrocknet und

zeigten nun und zwar in beiden Fällen einen Schmelzpunkt von 157°—158°. Es ist also ohne Zweifel die Acetylverbindung entstanden, die dem von den Herren Weith und Merz beschriebenen Acetyldiphenylamin analog zusammengesetzt sein muss.

Folgende Reaction ist vor sich gegangen:

$$N\begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ H \end{cases} + C_2H_3OCl = HCl + N\begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ C_2H_3O \end{cases}$$

Tetrabromdiphenylamin. Acetyltetrabromdiphenylamin.

Das nämliche Product vom Schmelzpunkt 157° — 158° hat sich aus beiden Verbindungen gebildet, sowohl aus derjenigen die erhalten wurde aus Diphenylamin und Brom, als aus der andern, dargestellt aus Methyldiphenylamin und Brom.

Ziehen wir nun in Betracht, das verschiedene Verhalten des Diphenylamins und Methyldiphenylamins gegen Acetylchlorid und auf der andern Seite die gleiche glatte Reaction bei den Bromverbindungen und Acetylchlorid, so folgt daraus, dass diejenige Gruppe (CH_3), welche im Methyldiphenylamin den Eintritt von C_2H_3O verhindert, bei der vom Methyldiphenylamin derivirenden Bromverbindung (f. 182°) nicht mehr vorhanden sein kann. Mit andern Worten es sind die in Frage stehenden Bromverbindungen (beide bei 182° schmelzend) gleich zusammengesetzt, sie sind Diphenylaminderivate.

Es wäre nun möglich, da die Elimination der Methylgruppe durch Brom in einem Falle konstatirt ist, dieselbe Reaction auch bei den andern Verbindungen eintritt,

welche wir bereits oben als Methyldiphenylaminderivate aufzählten.

Auch hier konnte die Einwirkung von Chloracetyl entscheiden. Es wurde das Tribrommethyldiphenylamin (f. 98 o) und das Tetrabrommethyldiphenylamin (f. 129 o) analog mit Chloracetyl behandelt. Der Röhreninhalt bot aber einen ganz anderen Anblick als dies bei den beiden vorhergehenden Verbindungen der Fall war; man erhält eine grüne Flüssigkeit, die keine Spur von Krystallen abgesetzt hat, beim Versetzen mit Wasser schlagen sich schmutzig blaugraue Flocken nieder, welche bald schmierig werden und aus denen keine Krystalle zu erhalten sind.

Also hier haben wir keine glatte Reaction, wie sie bei den vorigen Verbindungen zu bemerken war. Es ist dies darauf zurückzuführen, dass die Acetyl-Gruppe nicht eintreten konnte; dass die Bedingung für deren Eintritt. d. h. Vorhandensein von H an der Stelle von CH_3 nicht gegeben war und wir somit mit Methyldiphenylamin- und nicht mit Diphenylamin-Verbindungen zu thun haben.

Einwirkung von Natriumamalgam auf die Bromverbindungen.

In vielen organischen Halogensubstitutionsproducten gelingt es das Halogen herauszunehmen und durch Wasserstoff zu ersetzen, eine Einwirkung, welche durch nascirenden Wasserstoff häufig bewirkt wird.

Gelänge dies bei den vorliegenden Bromsubstitutionsderivaten, so wäre deren Zusammensetzung vollständig sicher festzustellen; wir müssten im einen Fall Diphenylamin, im andern Methyldiphenylamin erhalten.

Als Wasserstoff entwickelnde Substanz wurde Natriumamalgam gewählt.

Bevor jedoch die eigentlichen Versuche vorgenommen wurden, ward zunächst das Verhalten des Methyldiphenylamins selbst gegen Natriumamalgam geprüft.

Eine alkoholische Lösung von Methyldiphenylamin wurde mit Natriumamalgam am Rückflusskühler erwärmt. Trotz fortgesetzter Einwirkung war eine Veränderung des Methyldiphenylamins nicht zu konstatiren.

Nach diesem Versuche wurden die verschiedenen Bromverbindungen einer analogen Operation unterworfen. Es wurde die jeweils zu prüfende Bromverbindung mit Alkohol und Natriumamalgam versetzt und das Gemisch am Rückflusskühler erwärmt. Gewöhnlich zeigte sich bald (nach 1—2 Stunden), dass eine Reaction eingetreten, indem in der Flüssigkeit Brom nachzuweisen war. Um ein möglichst vollständiges Entbromen auszuführen, wurde die Einwirkung 6 – 8 Stunden (je nach der angewandten Menge der Verbindung noch etwas länger) fortgesetzt, die Flüssigkeit mit verdünnter Salzsäure neutralisirt, das Abgeschiedene in Alkohol gelöst und die alkoholische Lösung zur Verdunstung sich selbst überlassen. Dabei ergaben sich folgende Resultate.

Tribrommethyldiphenylamin vom Schmelzpunkt 98° hinterliess eine ölige Flüssigkeit, welche nicht krystallisirte und welche mit Salpetersäure die rothviolette Farbenreaction zeigte, wie sie vom Methyldiphenylamin beschrieben ist.

Das bei 129° schmelzende Tetrabrommethyldiphenylamin lieferte in ähnlicher Weise Methyldiphenylamin.

Tetrabromdiphenylamin (182° f.) aus Methyl-

diphenylamin dargestellt, gab nach dem Verdunsten des Alkohols eine krystallisirte Masse, welche durch Sublimation gereinigt und deren Schmelzpunkt nahe bei 54° lag. Die Krystalle zeigten mit Salzsäure und Salpetersäure versetzt die prachtvoll blaue Färbung, welche für das Diphenylamin characteristisch ist.

Das aus Diphenylamin erhaltene Tetrabromdiphenylamin (f. 182°) gab ganz dieselben Resultate, wie sie der vorigen Verbindung zukommen.

Hexabromdiphenylamin (f. 218°) lieferte Diphenylamin.

Auf diese Versuche hin, welche konstatiren, dass die Entbromung durch nascirenden Wasserstoff vollständig gelingt, darf mit Bestimmtheit geschlossen werden: überall wo Diphenylamin regenerirt wurde liegen Diphenylaminderivate vor, wo aber Methyldiphenylamin entstanden ist, haben wir es mit Methyldiphenylaminderivaten zu thun.

Sehen wir somit von allen früheren Belegen ab, so können wir auf diese letzten Versuche hin mit aller Bestimmtheit die Zusammensetzung der beschriebenen Bromverbindungen festsetzen.

Wir haben 2 Methyldiphenylaminderivate und 2 Diphenylaminderivate:

$$N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_4Br \\ CH_3 \end{cases} \text{f. } 98^{\circ} \qquad N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ H \end{cases} \text{f. } 182^{\circ}$$

$$N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ CH_3 \end{cases} \text{f. } 129^{\circ} \qquad N \begin{cases} C_6H_2Br_3 \\ C_6H_2Br_3 \\ H \end{cases} \text{f. } 218^{\circ}$$

Ob die Vertheilung der Bromatome im Molecul bei obiger Darlegung die richtige ist, muss einstweilen da-

hin gestellt bleiben, Beweise dafür können kaum geliefert werden; immerhin erscheint aber eine symmetrische Gruppirung die wahrscheinlichste.

Vielleicht wäre die Möglichkeit vorhanden, dass bei den Methyldiphenylaminderivaten Brom auch in die CH_3-Gruppe eingetreten wäre. In diesem Falle ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass dasselbe durch alkoholisches Kali wieder eliminirt werden könnte. Versuche in dieser Richtung ergaben nur negative Resultate. Weder durch Behandlung mit Kali, noch mit essigsaurem Natron konnte Brom aus der Verbindung abgespalten werden.

Nach dem Gesagten wäre somit die Einwirkung von Brom auf Methyldiphenylamin in folgender Weise zu interpretiren.

Zunächst findet einfache Substitution statt:

$$1)\ N \begin{cases} C_6H_5 \\ C_6H_5 \\ CH_3 \end{cases} + 3\,Br_2 = 3\,HBr + N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_4Br \\ CH_3 \end{cases}$$

Tribrommethyl-diphenylamin.

$$2)\ N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_4Br \\ CH_3 \end{cases} + Br_2 = HBr + N \begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ CH_3 \end{cases}$$

Tetrabrommethyl-diphenylamin.

Weitere Einwirkung hat nun zur Folge, dass die CH_3-Gruppe eliminirt wird.

Erinnert man sich an die Einwirkung von Salzsäure auf Methyldiphenylamin, so ist die Annahme eine sehr

wahrscheinliche, dass HBr auf die entstandene Verbindung in ähnlicher Weise wirkt:

$$3)\ N\begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ CH_3 \end{cases} + HBr = CH_3Br + N\begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ H \end{cases}$$

Tetrabromdiphenylamin.

Auf den jetzt gebildeten Körper kann Brom wieder Wasserstoff substituirend einwirken:

$$4)\ N\begin{cases} C_6H_3Br_2 \\ C_6H_3Br_2 \\ H \end{cases} + 2Br_2 = 2HBr + N\begin{cases} C_6H_2Br_3 \\ C_6H_2Br_3 \\ H \end{cases}$$

Hexabromdiphenylamin.

Die Reaction, welche durch Gleichung (3) ausgedrückt wird, war allerdings nicht zu realisiren. Weder Bromwasserstoff noch Chlorwasserstoff wirken im angedeuteten Sinne, wenigstens unter den bei meinen Versuchen gewählten Bedingungen. Es ist jedoch damit nicht ausgeschlossen, dass Bromwasserstoff unter denjenigen Umständen, welche bei der Reaction von Brom auf Methyldiphenylamin geboten werden, doch der Gleichung entsprechend reagirt.

Auf andere Weise ist die Ueberführung der Methyldiphenylaminbromüre in Diphenylaminbromüre leicht auszuführen.

Löst man dieselben nämlich in Eisessig und erwärmt unter Zugabe von Brom am Rückflusskühler, so geht die Einwirkung vor sich.

Je nach den Verhältnissen, unter denen man arbeitet, kann Tribrommethyldiphenylamin oder Tetra-

brommethyldiphenylamin sowohl in Tetrabromdiphenylamin als auch in Hexabromdiphenylamin übergeführt werden.

In welche Verbindung die CH_3-Gruppe bei diesen Reactionen verwandelt wird, wurde nicht näher untersucht. Mit grosser Wahrscheinlichkeit entsteht sowohl Brommethyl als Bromoform. Die Bildung des letztern Körpers kann jedenfalls mit Bestimmheit angenommen werden. (S. Einwirkung von Chlor auf Methyldiphenylamin.)

Einwirkung von Salpetersäure auf die Bromsubstitutionsproducte.

Tribrommethyldiphenylamin wurde mit gewöhnlicher Salpetersäure erwärmt; nachdem die äusserst lebhafte Reaction vorüber war, wurde die entstandene harzige Masse, auf welche gewöhnliche Salpetersäure nicht mehr reagirt, mit rauchender Säure behandelt. Aus der Salpetersäure schiessen Krystalle an, welche verschiedenes Aussehen besitzen und wahrscheinlich ein Gemisch mehrerer Verbindungen darstellen.

In der That lässt sich der Krystallmasse mit Alkohol ein Körper entziehen, welcher nach dem Verdunsten des Alkohols in gelben, krümeligen Massen zurückbleibt. Es konnte dieser Körper, welcher nur in geringerer Menge (vielleicht als intermediäres Product) entstanden war, nicht rein erhalten werden und wurde derselbe aus diesem Grunde auch nicht näher untersucht.

Die nach dem Waschen mit Alkohol bleibende Masse löst sich in heissem Eisessig und krystallisirt beim Erkalten in prachtvoll gelben, perlmutterglänzenden Blättchen,

aus verdünnten Lösungen beim langsamen Verdunsten in schönen rhomboedrischen Tafeln.

An der Luft färbt sich der Körper etwas schmutzig grünlich, eine Veränderung, welche jedenfalls auf Gehalt an Verunreinigungen beruht. Dass der Körper wirklich schwer rein zu erhalten ist, beweisen Schmelzpunktsbestimmungen. Aus verschiedenen Darstellungen wurden ganz gleich aussehende Krystalle erhalten, welche verschiedene Schmelzpunkte 235°, 240°, 242° zeigten. Durch Umkrystallisiren konnten die Schmelzpunkte jeweils nicht merklich geändert werden.

Analysen.

I. 0.2052 g. Substanz ergaben:
0.1545 g. Ag Br.

II. 0.2554 g. Substanz ergaben:
0.1890 g. Ag Br.

III. 0.1978 g. Substanz ergaben:
25.5 cbcm. N bei 11° C und 717 mm.

Die Formel $NC_{12} H_5 Br_2 (NO_2)_4$

	verlangt:	gefunden: I.	II.	III.
Stickstoff	13.80 %	—	—	14.46
Brom	31.55 %	32.03 %	31.48 %	—

Der Körper ist somit:

Tetranitrodibrom-diphenylamin. $N \begin{cases} C_6 H_2 Br(NO_2)2 \\ C_6 H_2 Br(NO_2)2 \\ H \end{cases}$

Löst sich in heissem Eisessig, ist schwer löslich in Alkohol, selbst in kochendem, löst sich ebenfalls in Ammoniak und Natriumhydrat.

Beim Schmelzen zersetzt sich der Körper. Erhitzt man ihn auf einem Platinblech, so verbrennt er rasch.

Diese Verbindung ist nach dem Früheren als Diphenylaminderivat und nicht als Methyldiphenylaminverbindung anzusehen. Directe Beweise werden kaum nöthig sein, da sowohl die Einwirkung von Salpetersäure auf Methyldiphenylamin als auch die Einwirkung von Brom auf gebromtes Methyldiphenylamin — in beiden Fällen wird die Methylgruppe eliminirt — eine andere Annahme nicht wahrscheinlich machen.

In ähnlicher Weise wurden die übrigen Bromverbindungen mit Salpetersäure behandelt. Ob dabei die oben eingehender besprochene Verbindung ebenfalls entsteht, war nicht zu entscheiden. Soviel jedoch ist sicher, dass verschiedene Körper gebildet werden, dass aber deren Quantität in Bezug auf die Menge des Ausgangsmaterials eine verhältnissmässig sehr geringe ist. Wahrscheinlich findet bei der energischen und fortgesetzten Einwirkung der Salpetersäure theilweise eine vollständige Verbrennung statt.

Verhalten der Bromsubstitutionsproducte gegen Schwefelsäure.

Uebergiesst man eine der oben beschriebenen Bromverbindungen mit rauchender Schwefelsäure, so löst sie sich allmählig in der Kälte mit grünlicher Farbe. Durch

Erwärmen geht die Farbe der Lösung in dunkelgrün, blau, violett und schliesslich in schmutzig braunroth über. Schweflige Säure entweicht und es resultirt eine dickflüssige Masse, welche in Wasser gegossen einen braunen flockigen Niederschlag absetzt.

Die Lösung wurde vom Niederschlag getrennt, auf gewöhnliche Weise mit Kalkmilch behandelt, um eine allfällig vorhandene Sulfosäure zu fixiren, allein eine solche war nicht aufzufinden.

Es ist somit die Bromverbindung durch die Schwefelsäure in den braunen unlöslichen Rückstand übergeführt worden. Derselbe wurde mit verschiedenen Lösungsmitteln behandelt, es war aber mit keinem eine reine Verbindung auszuziehen.

Unterwirft man die braune Masse der Destillation, so entweichen Ströme von Bromwasserstoff; nebenbei bildet sich ein weisses Sublimat (Nadeln), das aus Alkohol umkrystallisirt werden kann, allein dessen Zusammensetzung konnte bis jetzt, aus Mangel an Material noch nicht festgestellt werden.

Das Verhalten gegen Schwefelsäure, wie es oben beschrieben ist, zeigen, soweit die Beobachtungen reichen, sämmtliche Bromsubstitutionsproducte (sowohl Diphenylamin- als Methyldiphenylaminderivate).

IV. Einwirkung von Chlor auf Diphenylamin und Methyldiphenylamin.

In eine Eisessiglösung von Diphenylamin wurde trocknes Chlorgas eingeleitet; unter Erwärmen wird dasselbe absorbirt, Salzsäure entweicht und die Lösung

nimmt eine dunkle, schmutzig grüne oder braune Farbe an. Bei einem gewissen Zeitpunkte beginnen sich Krystalle abzusetzen, welche ohne Zweifel ein Gemisch von verschiedenen Verbindungen sind.

Behandelt man die von der Mutterlauge getrennte Krystallmasse mit Alkohol, so krystallisirt daraus als Hauptproduct:

Tetrachlordiphenylamin

$$N \begin{cases} C_6H_3Cl_2 \\ C_6H_3Cl_2 \\ H \end{cases}$$

Durch mehrmaliges Umkrystallisiren wird die Verbindung rein erhalten.

Farblose Prismen oder Nadeln, welche in Alkohol, Benzol, Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform leicht löslich sind. Schmilzt bei 133 ° — 134 °.

Analysen.

I. 0.2062 g. Substanz ergab:
0.3856 g. Ag Cl.

II. 0.2315 g. Substanz ergab:
0.4405 g. AgCl.

Die Formel $NC_{12}H_7Cl_4$

	verlangt:	gefunden: I.	gefunden: II.
Chlor	46.25 %	46.31 %	47.04 %

Tetrachlormethyldiphenylamin.

$$N \begin{cases} C_6H_3Cl_2 \\ C_6H_3Cl_2 \\ CH_3 \end{cases}.$$

In eine Eisessiglösung von Methyldiphenylamin wurde getrocknetes Chlorgas eingeleitet; unter starkem Erwärmen wird dasselbe absorbirt, und je nach der Concentration der Lösung, der Dauer der Einwirkung etc. bilden sich verschiedene Producte.

Beinah immer scheidet sich die Lösung in 2 Schichten, in eine ölige und eine wässerige leichtere. Der ölige Theil geht beim längeren Stehen in eine kleberige harzige Masse über, welche in Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform sehr leicht löslich ist; beim Verdunsten der Lösungsmittel bleibt die ursprüngliche Masse als Schmiere wieder zurück.

Die leichtere wässerige Schicht, welche Essigsäure Salzsäure etc. enthält, hinterlässt beim Verdunsten ähnliche schmierige Producte, die gebildeten Körper besitzen einen intensiven, unangenehmen Geruch.

Behandelt man die harzigen Körper mit Alkohol in der Siedhitze, so erhält man eine Lösung, welche beim Verdunsten neben schmierigen Massen, Kryställchen absetzt. Durch wiederholtes Behandeln dieser mit Alkohol können sie von den Schmieren ziemlich vollständig getrennt werden und bilden dann farblose Prismen.

Schmilzt bei $96^{\circ}-97^{\circ}$, ist in Alkohol, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Aether, Essigsäure leicht löslich; besitzt einen unangenehmen Geruch, der wahrscheinlich von Spuren anhängender Unreinigkeiten herrührt.

Analysen.

I. 0.2947 g. Substanz ergaben:
0.5255 g. AgCl.

II. 0.2125 g. Substanz ergaben:
0.3858 g. AgCl.

Die Formel $NC_{13}H_9Cl_4$

	verlangt:	gefunden: I.	II.
Cl	44.23 %	44.11 %	44.89 %

Versuche die Anwesenheit der Methyl-Gruppe in dieser Verbindung ähnlich nachzuweisen, wie es bei den entsprechenden Bromverbindungen geschah, lieferten negative Resultate.

Natriumamalgam wirkt auf die Verbindung nicht ein und es konnte kein Methyldiphenylamin regenerirt werden.

Ebenso wirkt Natriumamalgam auf Tetrachlordiphenylamin nicht ein.

Unterwirft man beide Chlorderivate der Einwirkung von Acetylchlorid mit denselben Bedingungen wie sie für die Bromsubstitutionsproducte näher beschrieben sind, so findet keine Reaction statt; die Verbindungen bleiben unverändert; das wieder abgeschiedene war im einen Falle Tetrachlordiphenylamin (zeigte den Schmelzpunkt 133 °), im andern Falle Tetrachlormethyldiphenylamin (f. 96 °).

Erhitzt man stärker, so ist eine Veränderung zu bemerken; der Röhreninhalt hat eine bräunliche Masse abgesetzt (in beiden Fällen), diese löst sich in Wasser mit brauner Farbe und bleibt beim Verdunsten des Wassers als dickliche, schmierige Masse zurück. Es scheint, dass eine Zersetzung in anderem Sinne vor sich gegangen ist.

Trotzdem ein directer Nachweis über Anwesenheit der Methyl-Gruppe nicht zu geben ist, wird ein Zweifel über das Vorhandensein derselben in der zuletzt beschriebenen Verbindung doch kaum erhoben werden.

Abgesehen von den Analysen, darf auch der Schmelzpunkt als beweisend aufgeführt werden. Bei den Bromverbindungen sehen wir, dass diejenigen, welche die CH_3-Gruppe enthalten, bedeutend niedriger schmelzen, als die andern, wo H an die Stelle von CH_3 getreten ist.

Dasselbe wird bei den Chlorverbindungen ebenfalls vorausgesetzt werden dürfen. Bei den beschriebenen Chlorderivaten zeigt sich auch wirklich eine bedeutende Schmelzpunktsdifferenz, die jedenfalls darauf zurückzuführen ist, dass H in der einen Verbindung durch CH_3 in der anderen ersetzt ist.

Der Vorgang, der bei der Einwirkung von Chlor auf Methyldiphenylamin statt hat, wird wahrscheinlich die grösste Analogie mit der Bromreaction besitzen.

Das substituirte Methyldiphenylamin wird von Chlor weiter zersetzt; es findet Elimination der Methylgruppe und hierauf weitere Substitution statt. Jedoch geht der Prozess nicht so glatt wie es bei der Bromreaction zu bemerken ist: so konnte z. B. nie Tetrachlordiphenylamin als nächstes Zersetzungsproduct des Tetrachlormethyldiphenylamins durch Chlor konstatirt werden, während bei den Bromverbindungen die Einwirkung in diesem Sinne äusserst leicht verfolgt werden kann.

Der Grund dieses abweichenden Verhaltens mag darin gesucht werden, dass, sobald einmal die CH_3-Gruppe angegriffen wird, die Reaction sofort weiter geht und alsdann die schmierigen Producte (wahrscheinlich höher chlo-

rirte Diphenylamine) als Folge einer intensiveren Einwirkung gebildet werden.

Dass bei diesem Prozess die Methylgruppe eliminirt wird, war hier ziemlich sicher mit der Pseudocyanürreaction nachzuweisen. Durch die Einwirkung von Chlor wird die CH_3-Gruppe nämlich in Chloroform verwandelt; (eine andere Verbindung war nicht zu konstatiren, so wurde auf Chlormethyl gefahndet, allein ohne Erfolg); es geben daher geringe Spuren der Reactionsmasse mit Anilin und alkoholischer Kalilauge den intensiven Isocyanphenylgeruch.

Bei dieser Gelegenheit wurde auch das Verhalten von

Bromoform und Jodoform

gegen alkoholisches Kali und einem primären Monamin geprüft. Es hat sich gezeigt, dass dieselben ganz analog dem Chloroform reagiren:

$$C\left\{\begin{matrix}Br\\Br\\Br\\H\end{matrix}\right. + 3\,KOH + N\left\{\begin{matrix}C_nH_{2n+1}\\H\\H\end{matrix}\right. = 3\,KBr + 3H_2O$$

$$CN - C_nH_{2n+1}$$

Einwirkung von Salpetersäure auf die Chlorverbindungen.

Da die Bromderivate durch Salpetersäure in Nitrobromsubstitutionsproducte übergehen, war zu erwarten, dass durch analoge Behandlung der Chlorverbindungen ähnliche Resultate erhalten würden. Der Versuch hat dies nicht bestätigt.

Es wurden nicht die reinen Chlorverbindungen, son-

dern die schmierigen Massen, welche beim Chloriren des Methyldiphenylamins sich bilden und welche wahrscheinlich aus höher chlorirten Diphenylaminen bestehen (S. pag. 54), der Einwirkung von Salpetersäure unterworfen. Aus der Salpetersäurelösung scheiden sich Krystalle ab, die durch Umkrystallisiren aus Eisessig oder Benzol in goldgelben Blättchen erhalten werden. Der Schmelzpunkt der Verbindung liegt über 280°; weit vor dem Schmelzen beginnt der Körper in gelben flimmernden Blättchen zu sublimiren.

Wenn die entstandene Verbindung ihrem Ansehen nach auch eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Tetranitrodibromdiphenylamin besitzt, so macht sein hoher Schmelzpunkt schon wahrscheinlich, dass er der erwähnten Bromnitroverbindung nicht analog zusammengesetzt ist. Die qualitative Prüfung auf Stickstoff ergab negative Resultate so dass dieser Körper unmöglich ein Nitroderivat überhaupt kein Diphenylaminderivat mehr sein kann.

Eine eingehende Untersuchung zeigte, dass der Körper mit Tetrachlorchinon (Chloranil) identisch ist.

Behandelt man den fraglichen Körper mit Phosphorpentachlorid, so erhält man wenig gefärbte Nadeln, welche durch ihre Eigenschaften, Schmelzpunkt etc. als Hexachlorbenzol[1]) leicht zu erkennen sind.

In verdünnter heisser Kalilauge löst sich das Product mit violettrother Farbe, beim Erkalten der Lösung schiessen purpurfarbene Nadeln — das Kalisalz der Chloranilsäure — an.

$$C_6Cl_4O_2 + 4\,KOH = C_6Cl_2O_2\begin{cases}OK\\OK\end{cases} + 2KCl + 2H_2O$$

[1]) Jahresbericht 1867, pag. 651.

0.3435g. des gereinigten Salzes ergaben:
0.1947g. K_2SO_4

Die Formel $C_6Cl_2O_2\begin{cases}OK\\OK\end{cases} + H_2O$

	verlangt:	gefunden:
K	25.79 %	25.44 %

Aus der Lösung des Salzes scheidet Schwefelsäure röthliche Blättchen ab, welche beim Trocknen mennigroth werden und sich in Wasser mit violetter Farbe lösen. (Chloranilsäure.)

Chlorbestimmung.

0.1890g. Substanz ergaben:
0.4438g. Ag Cl.

Die Formel $C_6Cl_4O_2$

	verlangt:	gefunden:
Cl	57.72 %	58.09 %

Nach den erwähnten Reactionen und Analysen ist die Identität des gebildeten Körpers mit Tetrachlorchinon unzweifelhaft festgestellt.

Ob die reinen Chlorverbindungen ebenfalls in obigem Sinne zersetzt werden, bleibt dahingestellt, jedenfalls ist es nicht unwahrscheinlich.

Von Interesse erscheint die Reaction, weil dabei die Phenylgruppen vom Stickstoff losgetrennt worden sind; eine Einwirkung, welche weder beim Diphenylamin noch bei seinen Derivaten bis jetzt beobachtet worden ist.

Ueber den
Verlauf der Bewegungen im Universum.

Von

Dr. **J. J. Müller.**

Vorbemerkung: Die hier mitgetheilte Abhandlung, die Ausführung einer in der Sitzung vom 12. Jan. 1874 angedeuteten Betrachtung, war von dem Verstorbenen zur Veröffentlichung an diesem Orte zugesichert; sie wird hier gegeben wie sie im Nachlasse vorgefunden ward, würde aber sicher von ihm vor dem Drucke noch einer neuen sorgfältigen Durchsicht und redactionellen Aenderungen unterworfen worden sein, zu denen ich mich nicht berechtigt halten konnte. W. Fiedler.

Wenn man die Gesammtheit der Bewegungen im Sonnensystem vom Standpunkt des ersten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie betrachtet, so findet man, dass zwar in jedem Augenblicke die Energie der Massenbewegung um so viel abnimmt als die Energie der Molecularbewegung wächst; dass aber die Verwandlung der einen in die andere nicht gleichhäufig in beiden Richtungen geschieht, sondern in Folge der Reibung beständig mehr Energie der Massenbewegung sich in Energie der Molecularbewegung umsetzt als umgekehrt. Die Folge davon ist, dass die Planeten allmälig kleinere und kleinere Bahnen annehmen bis sie schliesslich mit der Sonne eine grosse Masse bilden, die eine Zeit lang noch rotirt, schliesslich aber auch diese Bewegung verliert. Auf diese seine Stabilität aufhebende Tendenz in den Bewegungen

des Sonnensystems hat zuerst Sir W. Thomson[1]) aufmerksam gemacht.

Untersucht man nun dieselbe Gesammtheit der Bewegungen im Sonnensystem vom Standpunkt des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie, so gelangt man zu einer neuen, die Gesammtheit der Bewegungen bezeichnenden Tendenz, die theilweise von Clausius und Zöllner angedeutet worden ist, die hier aber in ihren Consequenzen verfolgt und namentlich mit der ersten zusammen betrachtet werden soll.

Unter Voraussetzung der dem ersten Satze coordinirten Ableitung des zweiten, welche ich neulich mitgetheilt habe, wird nämlich bei jeder Umänderung der Molecularbewegung die nach den Coordinaten gebildete Aenderung der potentiellen Action zwar ebenfalls um soviel abnehmen, als die entsprechende Aenderung der kinetischen Action wächst; allein auch diese Umänderung geht nicht gleichhäufig in der einen wie in der andern Richtung vor sich. Alle Gase, die unter einem hohen Drucke in einem kleinen Volumen eingeschlossen sind, vergrössern bei Nachlass des erstern dieses Volum; und wenn hiebei verschiedene Gase durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, so diffundiren sie in einander über. Alle Flüssigkeiten gehen bei jeder Temperatur eine Verdampfung ein, im geschlossenen Raume so lange bis derselbe mit Dampf gesättigt, im freien bis zum Verschwinden der ganzen tropfbaren Masse; und die Verdampfung von Eis, das Sieden der festen Kohlensäure an gewöhnlicher Atmosphäre, der Geruch der Metalle, etc. machen es höchst wahrscheinlich, dass auch alle festen Körper bei jeder Temperatur eine Verdampfung einzugehen im Stande sind. Dass nun alle diese Veränderungen der Molecularbewegungen in der Natur be-

[1]) Phil. Mag. 4e serie, vol. IV, p. 304.

ständig vorkommen, während die umgekehrten nur unter besonderen Verhältnissen eintreten, hat eine neue Tendenz in der Gesammtheit der Bewegungen im Sonnensysteme zur Folge, die hier entwickelt und mit der ersten combinirt werden soll.

1.

Denkt man sich einen Weltkörper in den Weltraum gesetzt, so gehen in Folge der angedeuteten einseitigen Umänderung der Molecularbewegung gewisse Folgerungen für die Stabilität derselben hervor, die von Zöllner[1]) entwickelt worden sind.

Durch die sofort eintretende Verdampfung wird sich nämlich eine Atmosphäre um den Körper herum bilden, so lange bis der durch die Attraction hervorgerufene Druck an der Basis derselben gleich der Spannkraft des gesättigten Dampfes der Substanz bei der betreffenden Temperatur wird. Eine solche Atmosphäre verbraucht eine gewisse Masse des Weltkörpers, und führt damit zugleich zu einer Abnahme der Attraction, die ihrerseits wieder eine grössere Atmosphäre erfordert. Es giebt daher für jeden Weltkörper eine untere Grenze seiner Masse, für welche jener Druck an der Basis der Atmosphäre gerade noch erreicht wird, der nöthig ist, um der Verdampfung ein Ziel zu setzen. Ist der Körper kleiner als diese Masse, so muss er sich durch rasches Verdampfen völlig auflösen. Im andern Falle, wo er mit einer Atmosphäre umhüllt wird, entspringt die Frage: Kann er in einem solchen Zustande bleibend verharren?

Die nähere, schon von Poisson[2]) gegebene Untersuchung

---

[1]) Berl. Ber. 1871. 174. „Natur der Cometen" 77 ff., 299 ff.

[2]) Mém. sur les températures de la partie solide du globe, et de l'Atmosphère etc., pag. 21. 60.

dieser Frage ergab nun, dass ohne weitere Bedingung ein solcher Complex von einem Kern und einer Atmosphäre im Weltraume nicht unverändert bestehen kann. Die Expansivkraft der Gase führt zu einer allmäligen Zerstreuung der Atmosphäre, und die dadurch bedingte Druckabnahme führt zu einer weiteren Verdampfung, so dass im Laufe der Zeit die Auflösung der Körper gleichwohl erfolgen müsste. Um diese nun auszuschliessen, ist von Poisson die Annahme einer äusseren flüssigen Schicht für die Erdatmosphäre, und von Zöllner die Annahme der Existenz von fein vertheilter ponderabler Materie im Weltraume gemacht worden.

Die erste steht mit den einfachsten physikalischen Anschauungen im Widerspruch; und entwickelt man, wie es H. Z. selbst gethan, die zweite, so gelangt man in jedem Falle zu Widersprüchen mit den elementarsten Grundlagen des Denkens. Auch die Annahme eines zwar unbegrenzten aber endlichen Raumes, welche dort als letzte Ausflucht angeführt ist, muss hieher gerechnet werden, da der Raum nichts Objectives ist, also auch keine Annahme über den Raum zur Erklärung objectiver Thatsachen dienen kann. Da nun die Stabilität der Weltkörper weit entfernt bewiesen zu sein, vielmehr gerade untersucht wird, so wird man hieraus schliessen, dass auch die zweite Annahme fällt, und so lange man keine neue finden kann, wird man die Stabilität überhaupt fallen lassen.

2.

Dieser Schluss, dass keine Stabilität für die Weltkörper möglich ist, wird durch einige andere Umstände erhärtet, die auch dann, wenn man in der angeführten Supposition eines endlichen Raumes keinen Widerspruch erblickte, in demselben Sinne völlig entscheidend wären.

Bisher wurde nur von einem Weltkörper gesprochen. Nimmt man nun an, dass durch eine bestimmte Vertheilung der Materie im Raume seine Stabilität gesichert wäre, so ist damit für alle übrigen noch nicht gesorgt. Jeder dieser übrigen würde aber eine Vertheilung nach seiner Weise erfordern, um stabil zu sein; jede solche Vertheilung würde aber alle übrigen wieder aufheben und darum die Stabilität aller übrigen unmöglich machen.

Nimmt man also an, dass im Weltraume jene Massen existiren, so können sie jedenfalls nicht der Stabilität aller Weltkörper Genüge leisten; sie werden vielmehr mit einer nahe constanten Dichte vertheilt sein, die etwa in der Nähe der Minimalgrenzwerthe gelegen sein mag, welche die letztere erfordern. Diese minimale Dichte ist somit auch noch vorhanden, wenn man in die Nähe eines Weltkörpers rückt, wo die Dichte nach dem Gesetz der Stabilität eine viel grössere sein sollte. Daraus folgt, dass von den Planeten aus ein Gasstrom in dem Weltraum vorhanden sein muss. Dieser wird allerdings sehr gering ausfallen, da die schliessliche Dichte in der Atmosphäre der Planeten selber eine äusserst geringe ist, allein vorhanden muss er sein, ebenso gut wie die Reibung des Planeten an den Substanzen im Weltraum.

Dieser Gasstrom muss noch in dem Maasse als die Atmosphäre höher ist durch die Rotation der Weltkörper befördert werden. Denn durch die Rotation vermindert sich die Anziehung des Weltkörpers während die Expansivkraft der Gase dieselbe bleibt. Reichte die Atmosphäre bis an den Punkt, wo die Anziehung durch die Centrifugalkraft aufgehoben ist, so wäre die Expansivkraft allein vorhanden; diese könnte nur mit der absoluten Temperatur verschwinden, was wieder nur bei allen Körpern gleich-

zeitig eintreten könnte. Ein solches Einwirken der absoluten Nulltemperatur ist aber unmöglich, so dass in jener Höhe die Theilchen der Atmosphäre sich nach und nach in den Weltraum verlieren müssen, sobald dieser nicht mit Gas von der Dichte jener äussersten Schicht angefüllt ist. Das letztere kann aber nicht der Fall sein; denn es müsste in verschiedener Weise der Fall sein; folglich besteht ein Dichtenunterschied und die Gase müssen in diesem Falle so in den Weltraum hineinströmen als wären sie gar nicht mehr angezogen, d. h. in immer weiter werdenden Spiralen.

3.

Der Schluss, dass eine Stabilität der Weltkörper zunächst also ihrer Atmosphäre nicht möglich ist, scheint auch anderseits durch die direkte Beobachtung der verschiedenen Planeten des Sonnensystems bestätigt zu werden.

Die erste Atmosphäre eines Planeten hat sich jedenfalls zu einer Zeit gebildet, wo die Temperatur eine relativ hohe war, und wird daher ebenfalls eine mannigfach zusammengesetzte gewesen sein müssen. Wenn nun im Laufe der Zeiten die Abkühlung zwar erfolgt war, allein bei völlig stabiler Atmosphäre, so wäre dieselbe Zusammensetzung immer noch zu erwarten. Wenn dagegen in derselben Zeit die Gase sich im Weltraum zerstreut haben, so wird die Atmosphäre derart geringer und weniger mannigfach zusammengesetzt sein müssen, wie es die Verhältnisse der niederen Temperatur erfordern, und dieser Unterschied wird um so frappanter sein müssen, je kleiner der Weltkörper sein wird. Damit in Uebereinstimmung müsste auch die Wahrscheinlichkeit einer nachweisbaren Atmosphäre um so geringer werden, je kleiner der Weltkörper. Es frägt

sich aber, ist in dieser Weise ein Unterschied in den Atmosphären wahrzunehmen.

In dieser Beziehung ist die reich aus Dämpfen der verschiedensten Art zusammengesetzte Atmosphäre der Sonne ein evidenter Gegensatz zu der einfach gebildeten Atmosphäre der Erde, während wohl nicht zu zweifeln, dass die letztere zur Zeit des glühend flüssigen Zustandes in ähnlicher Weise wie jene gebildet worden ist. Bei der Abkühlung werden sich nun allerdings die Dämpfe durch Condensation niedergeschlagen haben, allein soll aller Wasserstoff z. B. sich durch Vereinigung mit Sauerstoff entfernt haben? — Ein ähnliches Beispiel ist die Abwesenheit der Atmosphäre auf den in der Abkühlung jedenfalls ebenso fortgeschrittenen als kleinen Monde. Ebenso hat mit grosser Wahrscheinlichkeit auch der Mercur, dessen Oberfläche mit der des Mondes völlig übereinstimmt, keine Atmosphäre.

4.

Gibt man also die Unstabilität der Atmosphären der Weltkörper zu, so muss in dem Maasse, als sich die Gase derselben im Weltraume zerstreuen, eine Neuverdampfung der Kerne eintreten, so dass die jedesmalige Atmosphäre der jedesmaligen Temperatur entspricht. Daraus folgt dann weiter, dass eine vollständige Auflösung derselben mit der Zeit eintreten muss.

Dieser Schluss scheint auf den ersten Blick dem Satze der Erhaltung der Kraft zu widersprechen. Denn zu der Trennung der Molecule muss genau dieselbe mechanische Arbeit aufgewendet werden, welche seinerzeit bei der Bildung der Weltkörper durch die Condensation der genannten Massen gethan worden ist. Nun ist aber diese letztere Arbeit als Wärme des Weltkörpers erschienen und diese

hat sich im Laufe der Zeit bei der allmälig erfolgten Abkühlung zum grossen Theile in dem Weltraum zerstreut. Wie kann aber diese nämliche Arbeit wieder zur Trennung der Theilchen verbraucht werden? Es scheint zwar, als könnte die Verdampfung nur so weit erfolgen, bis die Temperatur des Körpers gleich derjenigen der Umgebung geworden, um sodann aufzuhören.

Hier ist nun zunächst zu erwidern, dass wir keinen Grund haben für die Annahme, dass alle Weltkörper gleichzeitig dieselbe Phase dieses ganzen grossen Prozesses durchlaufen; sie sind vielmehr nachweisbar gegenwärtig von sehr verschiedener Temperatur. Angenommen nun, die Abkühlung wäre schon in ein solches Stadium vorgeschritten, so wird das nur heissen, der Weltkörper nimmt jetzt von der Umgebung gerade so viel Wärme auf, als er an dieselbe abgibt. Sollte daher durch irgend eine Ursache nun gleichwohl noch ein Wärmeverbrauch auf demselben stattfinden, welcher seine Temperatur noch mehr erniedrigt, dann müsste umgekehrt die Wärmeaufnahme die grössere werden. Diese Wärme wird nach dem Gesagten hauptsächlich von den übrigen Weltkörpern stammen, allein auch die Möglichkeit, dass der zum Theil mit ponderabler Materie gefüllte Weltraum solche Wärme liefere, ist nicht ausgeschlossen. Jedenfalls ist damit die Möglichkeit einer Wärmeaufnahme gegeben und es handelt sich nur noch darum, diese so lange fortzusetzen, bis der Weltkörper alle die Energie von Aussen wieder aufgenommen hat, welche er früher abgegeben hatte. Es ist aber kein principieller Einwand für eine vollständige Auflösung vorhanden, wenn auch zugegeben werden muss, dass die Zeit derselben eine ganz andere als die der ursprünlichen Verdichtung sein muss.

5.

Die Auflösung der Planeten wird in dem Masse fortschreiten, als die Annäherung derselben an die Sonne vor sich geht. Denn Beide sind offenbar Grössen gleicher Ordnung und nichts hindert, denselben einen ähnlichen Verlauf zuzuschreiben. In der Zeit aber, wo aus der einen Ursache eine völlige Zusammenlegung eintrat, ist nach der andern die völlige Zerstreuung erfolgt.

Daraus ergibt sich nun zunächst, dass die ganze Theorie der Dissipation der Energie [1]) eine einseitige ist. Wohl findet durch die Strahlung und Leitung, durch die Verwandlung von Wärme in Arbeit und den daherigen Wärmefluss von einer höhern Temperatur in eine niedrigere eine fortwährende Ausgleichung der Temperatur-Differenzen statt und damit eine beständige Verminderung der noch in Arbeit umwandelbaren Energie des Systems. Allein durch den genannten zweiten Prozess der Zerstreuung der Massen wird potentielle Energie wieder angehäuft, die später jeden Augenblick wieder, sei es in Wärme von beliebig hoher Temperatur, sei es direkt in mechanische Arbeit verwandelt werden kann.

Alle an die Dissipation der Energie geknüpften Folgerungen fallen damit ebenfalls. Das Sonnensystem wird keineswegs schliesslich eine zusammenhängende Masse bilden, die in Folge derselben nur noch fähig ist, den Rest der übrig gebliebenen Wärme in den Weltraum hinauszustrahlen. Es wird vielmehr, von den übrigen Welten wieder aufnehmend, was es an dieselben abgegeben hat, dieselbe grösste mögliche Anhäufung potentieller Energie eintreten, die nach der gewöhnlichen Theorie der Bildung ihren Ausgangspunkt gebildet hat.

---

[1]) Thomson, „Philos. Magaz". (4.) IV 304. V. 102.

6.

Hieran knüpft sich eine letzte Betrachtung. Wenn nämlich der Anfangszustand des Sonnensystems wieder hergestellt wird, so ist klar, dass, was immer für Ursachen seine erste Bildung herbeigeführt haben, die ähnlichen Ursachen eine ähnliche neue Reihe von Entwicklungen einleiten können. Damit ist die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit einer Periodizität in dem Verlaufe der Weltprozesse gegeben.

Diese Consequenz, die, rein philosophisch genommen, von überraschender Befriedigung wird, ist nicht neu. Eine der überaus klaren, durch und durch mathematischen Grundlagen der Philosophie Demokrits enthält dieselbe geradezu als einen Theil: »Die Atome sind unendlich an Zahl und von unendlicher Verschiedenheit der Form. In ewiger Fallbewegung durch den unendlichen Raum prallen die grösseren, welche schneller fallen, auf die kleineren; die dadurch entstehenden Seitenbewegungen und Wirbel sind der Anfang der Weltbildung. Unzählige Welten bilden sich und vergehen wieder nebeneinander wie nacheinander[1]). Dieselbe Anschauung ist auch von Lucrez näher entwickelt worden. Der ganze Raum ist angefüllt mit Welten von unendlicher Zahl, die alle den Gesetzen des Werdens und Vergehens unterworfen sind, indem sie in der ersten Periode neue und neue Theile aus dem Raum anziehen, in der zweiten dagegen diese Theile wieder an denselben abgeben[2]).

---

[1]) Lange, Geschichte des Materialismus (2) 16. 111.

[2]) De rerum natura. Uebersetzt von Knebel. 2 Bde. 1821. 1831. Ende des II. Buches.

Astronomische Mittheilungen.

Von

Dr. **Rudolf Wolf.**

XXXVIII. Beobachtungen der Sonnenflecken im Jahre 1874, sowie Berechnung der Relativzahlen und Variationen dieses Jahres, und Hinweis auf das muthmassliche Eintreffen der längst angekündigten kurzen Periode; Aufstellung von jährlichen und monatlichen Variationsformeln für Mailand, unter Beigabe und Benutzung einer neuen Tafel der Sonnenflecken-Relativzahlen, sowie von vorläufigen Betrachtungen über die erhaltenen Resultate; Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur.

Die Häufigkeit der Sonnenflecken konnte von mir 1874 an 290 Tagen vollständig und mit dem seit Jahren dafür gebrauchten $2^1/_2$ füssigen Pariser-Fernrohr oder auf Excursionen mit einem annähernd äquivalenten Münchner-Fernrohr, — und noch an 3 Tagen bei bewölktem Himmel theilweise beobachtet werden; diese sämmtlichen Beobachtungen finden sich unter Nr. 326 der Literatur eingetragen, und die den 290 vollständigen derselben, unter Anwendung des immer dafür zur Reduction auf meine frühern Zählungen am 4füssigen Frauenhofer gebrauchten Factors 1,50 entnommenen Relativzahlen sind in die beistehende Tafel ohne weitere Bezeichnung aufgenommen worden. Zur Ergänzung dieser Beobachtungen lagen mir folgende anderweitige Zählungen vor: 1°. Eine von meinem Assistenten für Meteorologie, Herrn Robert Billwiller, am obenerwähnten Vierfüsser erhaltene, unter Nr. 327 der Literatur eingetragene Serie von 62 Beobachtungen, welche mir aus 10 Vergleichungen den Factor 0,91 ergab, und

Sonnenflecken-Relativzahlen im Jahre 1874.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.
1	54.s	105	58*	57	54	37	85	91	18	60	20.s	16
2	54.s	88	67*	57	52*	34	97	94	19	61*	18*	8*
3	70	90	37	57	58	34	126b	93*	19	58*	18	0
4	52	90	63	45*	37	33	72	76	16	28	20.s	0
5	33	91	63	35*	40	33	58	80	33	55*	24*	11.i
6	49	75	61	19	58	16	82	76	16	28	19	22
7	52	57	39	54	79	18	82	82	16	25	19	24
8	39	37	33	55	90*	16	85	60	33	48*	25	55
9	55	37	16	52*	82	16	79	75	16	36	41*	39
10	55	21	34	55	80*	37	97	52	30*	58	22	36
11	41*	37	36	70	61	39	97	76	36	36	16*	28*
12	22	37	48*	37	38.s	40	97	61	37	18	33	28
13	25	36	49	55	64*	34	87	64	16	18	16	69.s
14	40	54	46	44.t	21	36	70	46	0	16	39	40
15	60	52	87*	39	53*	39*	76	65*	0	33	38*	17*
16	39	34	81*	38.s	19	34	90	43	16	31*	41*	43
17	75	51	39	37	37	40	76	46	16	54	44*	39
18	72	16	37	8*	36	46	63	45	16	67	49*	38
19	69	67	34	19	18	51	58	80	16	52	20.s	36
20	54.s	70	18	16	42	34	48	100	33	67	51*	69.s
21	50*	53*	37	0	43	30	48	78	33	67	45*	44.i
22	68*	57*	19	0	42	48	48	52	51	19*	51	20.s
23	66.t	88	21	0	37	42	51	55	49	33	22*	0
24	55	85	33	16	36	24	60*	52	33	16	36	0
25	84*	106	57	16	67	18	33	33	33	16	26*	0
26	73	105	54	16	34	25*	18	33	33	16	36	26*
27	93*	88	57	16	18	37	18	33	49	16	24*	32*
28	87	70	54	16	19	57	34	33	33	16	22*	38*
29	90		37	16	22	107*	40	52	52	0	16	40
30	99		52	16	22	90	54*	37	72	0	16	46*
31	109		72		25		74*	36		16		43
Mittel	60,8	64,2	46,4	32,0	44,6	38,2	67,8	61,3	28,0	34,3	28,9	29,3



wenigstens einen Tag unter der Bezeichnung *b* auszufüllen erlaubte. 2°. Eine von meinem alten Sonnengenossen, Herrn Weber in Peckeloh, erhaltene, unter Nr. 328 eingetragene Serie von 312 Beobachtungen, für welche ich aus 40 Vergleichungen den Factor 0,58 ableitete und sodann volle 59 Tage ausfüllen konnte, welche in der Tafel mit * bezeichnet worden sind. 3°. Eine von Herrn Tacchini in Palermo erhaltene, unter Nr. 329 eingetragene Reihe von 175 Beobachtungen, für welche ich aus 10 Vergleichungen den Factor 0,66 erhielt, und sodann wenigstens 2 Tage ausfüllen konnte, welche in der Tafel mit t bezeichnet worden sind. 4°. Eine von Herrn Director Schmidt in Athen erhaltene und mir freundlichst direct übersandte, unter Nr. 331 eingetragene Serie von 349 Beobachtungen, welche mir unter Anwendung der unter Nr. 293 gegebenen Scale noch 11 Tage auszufüllen erlaubte, welche in der Tafel mit s bezeichnet sind. Endlich 5°. Eine von Herrn Prof. Secchi in Rom erhaltene, unter Nr. 334 eingetragene Serie von 264 Beobachtungen, welche jedoch leider keinen der noch zwei im Dezember fehlenden Tage betraf, so dass ich diese durch Interpolation (i) zu ergänzen hatte. — Die so gebildete, beistehende Tafel der Relativzahlen enthält ausser den Relativzahlen der einzelnen Tage auch ihre Monatsmittel, und aus diesen ergibt sich schliesslich für 1874 die mittlere Relativzahl

$$r = 44{,}6$$

welche, in folgender Zusammenstellung mit den Relativzahlen der Vorjahre

1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874
7,3	37,3	73,9	139,1	111,2	101,7	66,3	44,6

den vorläufigen Schluss erlaubt, dass etwa 1875/76 ein neues

Sonnenfleckenminimum zu erwarten steht; auch die 12 fleckenfreien Tage des Jahres 1874, an welche sich nun bereits für die erste Hälfte des Jahres 1875 mindestens 36 weitere fleckenfreie Tage anschliessen, lassen erwarten, dass das Minimum kaum später als 1876 eintreffen wird, und somit Aussicht da ist, dass die nach meiner Epochentafel alle 80—90 Jahre zu erwartende kurze Periode, auf deren muthmassliches Eintreffen ich schon wiederholt und namentlich 1868 in meiner Nr. XXIV vorbereitet habe, wirklich eintreffen werde. Von welch' hohem Interesse dieses Eintreffen sein würde, brauche ich für Alle, welche meine Arbeiten verfolgt haben, nicht näher auszuführen; ich will nur noch bemerken, dass, wenn auch an dieser Anomalie, wie es zu erwarten steht, die magnetischen Variationen Theil nehmen werden, dann doch wohl der letzte Thomas den parallelen Verlauf der Sonnenfleckencurve und Variationscurve zugeben wird.

Der oben für 1874 erhaltenen mittlern Relativzahl

$$r = 44{,}6 \text{ entspricht } \Delta v = 0{,}045 \cdot r = 2{,}01$$

und es muss somit nach den in Nr. XXXV mitgetheilten Untersuchungen im mittlern Europa die magnetische Declinationsvariation sich im Jahresmittel für 1874 um 2,01′ über ihren geringsten Werth, welchen ich daselbst für

	Prag.	Christiania	München
zu	5′,89	4′,62	6′,56

bestimmte, erhoben, d. h.

Prag.	Christiania	München
7′,90	6′,63	8′,57

betragen haben. In Prag betrug sie nun nach den unter Nr. 333 eingeschriebenen Mittheilungen von Herrn Director Hornstein 7′,98, und in Christiania nach den unter Nr. 332 eingeschriebenen Mittheilungen von Herrn Director

Fearnley 7',09, so dass an ersterem Orte eine ausserordentliche, an letzterem Orte wenigstens eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung vorhanden ist. Die Resultate der Münchner Beobachtungen sind mir noch nicht bekannt gegeben worden.

Schiaparelli hat seinen vielen Verdiensten auch dasjenige zugefügt, die mit dem Jahre 1836 beginnende Reihe der in Mailand bestimmten magnetischen Declinations-Variationen in dem Anhange zum dritten Bande der «Memorie degli spettroscopisti Italiani» unter dem Titel «Il periodo undecennale delle variazioni diurne del magnetismo terrestre considerato in relazione colla frequenza delle machie solari. Risultati di 38 anni di osservazioni fatte a Milano (1836—1873)» zu publiciren, und dabei nicht nur die Jahresmittel, sondern auch die sämmtlichen Monatmittel der täglichen Differenzen zwischen den Morgens und Nachmittags ungefähr zur Zeit der äussersten Stände beobachteten Declinationen zu geben. Die beistehende Tab. I enthält die von ihm mitgetheilten Zahlen, mit dem einzigen Unterschiede, dass in derselben die im Jahrgange 1869 fehlenden 6 Monate ausgefüllt worden sind, wobei nicht nur die Mittel der im Vor- und Nachjahre in Mailand in den entsprechenden Monaten erhaltenen Variationen eingeführt, sondern auch die in den Jahren 1868 bis 1870 bestimmten Prager Variationen mitconsultirt wurden; das mit Hülfe dieser eingeschalteten Zahlen für 1869 erhaltene Jahresmittel 8,42 weicht aus diesem Grunde von dem durch Schiaparelli gegebenen 8,78, für welches nur jene Mittel benutzt wurden, etwas ab, — jedoch ist die Differenz keineswegs von wesentlichem Einflusse auf die Folgerungen. — Die Tab. II enthält für dieselben Jahre die von mir neu berechneten, aber bis

jetzt, wenigstens in Beziehung auf die Monatmittel, noch nie vollständig publicirten Sonnenflecken-Relativzahlen. — Die Tab. III und IV endlich enthalten die, nach der bereits in Nr. XXXIII u. f. wiederholt angewandten Methode ausgeglichenen Werthe der Mailänder-Variationen und der Sonnenflecken-Relativzahlen. Die Vergleichung der beiden letzten Tafeln, und allerdings noch schlagender die der nach ihnen construirten Curven, zeigt auf's Neue den parallelen Gang in der Grösse der täglichen Bewegung der Magnetnadel und der Häufigkeit der Sonnenflecken, und die jenen Tafeln enthobenen Epochen für

Maximum.				Minimum.			
Tab. III.		Tab. IV.		Tab. III.		Tab. IV.	
1837IV		1837III		1844II		1843VII	
	11,00		10,92		12,75		12,42
1848IV		1848II		1856XI		1855XII	
	11,00		12,00		9,42		11,25
1859IV		1860II		1866IV		1867 III	
	11,50		10,50	Mitt.	11,08	Mitt.	11,83
1870X		1870VIII					
Mitt.	11,17	Mitt.	11,14				

bestätigen die nahe Uebereinstimmung in den Perioden, und lassen die Dauer derselben annähernd bestimmen, wenn natürlich auch nicht mit derselben Sicherheit wie aus meiner nun schon mehr als ein Viertel-Jahrtausend umfassenden Epochen-Tafel.

Für Construction der Tafeln III und IV, sowie für Durchführung der nicht minder mühsamen numerischen Rechnungen, von welchen im Folgenden die Rede sein wird, standen mir successive in anerkennenswerther Weise mehrere meiner älteren Schüler (die Herren Leuch, Herzog, Wolfers und Keller) bei. Ich spreche denselben hier öffentlich meinen Dank dafür aus, und gehe nun dazu über einige Erste der auf solche Weise durchgeführten

Tab. I. Beobachtete Variationen.

Jahr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Mittel.
1836	3,78	6,60	8,56	13,05	13,22	13,07	14,60	13,53	12,51	12,29	7,86	5,90	10,41
37	9,27	8,14	13,13	17,45	14,46	15,31	14,73	14,12	14,20	11,59	7,53	4,42	12,03
38	6,45	9,34	12,73	16,13	16,15	16,47	14,45	15,79	15,01	11,12	6,41	4,33	12,03
39	5,58	6,87	10,95	14,43	12,89	12,46	12,95	15,74	14,38	10,96	6,59	3,76	10,63
40	5,32	7,12	10,90	15,19	12,67	11,61	10,52	11,14	11,80	8,46	4,88	4,14	9,48
41	4,52	5,46	9,53	12,75	10,68	11,85	9,96	10,30	10,00	7,80	3,90	3,10	8,32
42	3,89	4,32	8,18	11,27	10,18	10,05	9,31	8,85	8,88	7,40	4,46	3,18	7,50
43	4,45	4,36	7,61	10,15	9,50	10,47	9,38	9,55	9,47	6,68	3,81	2,83	7,36
44	2,94	2,77	6,43	10,22	9,24	8,53	8,62	9,73	9,80	7,30	4,91	3,31	6,98
45	2,36	5,13	8,06	12,78	10,52	10,18	9,71	10,45	8,68	7,19	3,29	3,01	7,61
46	2,45	3,05	9,55	11,84	11,79	11,27	10,95	10,53	8,38	7,20	5,01	3,13	7,93
47	2,25	4,30	10,37	12,73	11,59	11,66	10,74	13,47	11,03	14,98	7,41	6,10	9,72
48	6,45	9,14	13,83	14,54	13,26	14,14	14,27	13,91	11,88	14,81	5,63	4,69	11,37
1849	8,03	8,95	12,14	17,01	13,48	12,17	10,84	9,35	10,94	8,20	4,29	3,69	9,95
50	6,95	9,50	12,88	12,36	11,81	12,97	9,55	9,47	9,46	6,78	2,48	2,69	8,91
51	5,30	4,70	9,04	10,25	11,55	11,68	9,69	8,98	7,98	4,41	0,74	1,71	7,17
52	5,58	3,97	8,87	8,96	10,14	11,25	9,76	11,87	5,05	7,56	6,36	1,53	7,58
53	4,10	4,54	7,43	10,00	9,69	11,83	11,03	9,62	9,31	8,13	3,30	2,12	7,59
54	1,60	2,40	5,13	8,60	9,36	9,17	8,97	8,13	6,48	5,36	2,68	1,20	5,76
55	3,82	4,50	4,12	9,31	7,56	8,30	7,69	8,52	6,22	3,84	2,64	0,71	5,60
56	1,64	3,52	3,36	8,41	5,68	7,21	8,78	7,88	5,77	5,93	1,85	1,37	5,12
57	0,91	4,22	4,24	2,05	7,40	8,93	8,33	8,03	9,25	5,86	3,63	2,02	5,41
58	3,91	5,26	9,74	9,55	8,63	8,03	9,12	7,36	8,62	10,14	7,77	4,35	7,71
59	4,74	7,80	10,56	15,60	13,35	12,71	12,09	11,33	12,58	8,29	6,55	4,57	10,01
60	3,80	5,83	9,30	10,11	9,11	11,20	10,87	10,08	8,44	9,50	5,50	2,80	8,04
61	1,96	6,64	9,31	11,97	8,25	7,90	8,56	10,88	9.12	7,15	4,78	3,58	7,51
1862	4,02	4,72	8,02	10,00	7,91	11,03	11,63	10,62	9,40	7,13	4,46	2,36	7,61
63	3,58	4,97	8,75	10,56	11,13	10,88	9,98	8,69	7,42	6,70	3,13	1,31	7,26
64	3,85	5,65	9,68	10,09	10,57	10,91	10,50	9,71	6,24	4,74	3,58	0,76	7,19
65	0,88	3,38	8,96	9,64	9,51	9,29	8,50	8,55	6,52	2,64	0,41	1,86	5,85
66	2,03	4,26	3,20	6,51	4,26	5,80	6,12	6,30	3,89	4,31	2,70	1,19	4,21
67	1,86	3,57	5,33	6,93	5,91	8,14	8,04	6,93	4,91	3,73	1,96	2,03	4,94
68	2,56	4,58	6,71	8,46	11,03	7,89	8,26	9,59	9,06	5,38	4,80	3,36	6,81
69	3,41	5,07	8,36?	10,82?	11,94?	12,21?	11,55?	10,40?	10,61	6,30	5,64	4,73	8,42?
70	4,53	7,62	10,29	16,31	17,86	14,75	14,64	13,36	13,22	10,13	8,63	6,93	11,52
71	5,86	9,22	13,31	15,88	13,86	13,53	12,90	14,34	10,40	11,56	6,66	0,84	10,69
72	6,29	7,58	11,35	14,21	12,74	13,78	13,19	14,63	12,42	8,42	6,02	3,20	10,32
73	4,75	6,60	11,15	14,36	10,72	10,60	11,29	10,73	9,16	6,86	4,36	3,15	8,64

Tab. II. Beobachtete Relativzahlen.

Jahr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Mittel.
1836	88,6	107,6	98,1	142,9	111,4	124,7	116,7	107,8	95,1	137,4	120,9	206,2	121,4
37	188,0	175,6	134,6	138,2	111,3	158,0	162,8	134,0	96,3	123,7	107,0	129,8	138,2
38	144,9	84,8	140,8	126,6	137,6	94,5	108,2	78,8	73,6	90,8	77,4	79,8	103,2
39	107,6	102,5	77,7	61,8	53,8	54,6	84,7	131,2	132,7	90,8	68,8	63,6	85,8
40	81,2	87,7	55,5	65,9	69,2	48,5	60,7	57,8	74,0	49,8	54,3	53,7	63,2
41	24,0	29,9	29,7	42,6	67,4	55,7	30,8	39,3	35,1	28,5	19,8	38,8	36,8
42	20,4	22,1	21,7	26,9	24,9	20,5	12,6	26,5	18,5	38,1	40,5	17,6	24,2
43	13,3	3,5	8,3	8,3	21,1	10,5	9,5	11,8	4,2	5,3	19,1	12,7	10,6
44	9,4	14,7	13,6	20,8	12,0	3,7	21,2	23,9	6,9	21,5	10,7	21,6	15,0
45	25,7	43,6	43,3	56,9	47,8	31,1	30,6	32,3	29,6	40,7	39,4	59,7	40,1
46	38,7	51,0	63,9	69,2	59,9	65,1	46,5	54,8	107,1	55,9	60,4	65,5	61,5
47	62,6	44,9	85,7	44,7	75,4	85,3	52,2	140,6	161,2	180,4	138,9	109,6	98,5
48	159,1	111,8	108,9	107,1	102,2	123,8	139,2	132,5	100,3	132,4	114,6	159,5	124,3
1849	156,7	131,7	96,5	102,5	80,6	81,2	78,0	61,3	93,7	71,5	99,7	97,0	95,9
50	78,0	89,4	82,6	44,1	61,6	70,0	39,1	61,6	86,2	71,0	54,8	60,0	66,5
51	75,5	105,4	64,6	56,5	62,6	63,2	36,1	57,4	67,9	62,5	50,9	71,4	64,5
52	68,4	67,5	61,2	65,4	54,9	46,9	42,0	39,7	37,5	67,3	54,3	45,4	54,2
53	41,1	42,9	37,7	47,6	34,7	40,0	45,9	50,4	33,5	42,3	28,8	23,4	39,0
54	15,4	20,0	20,7	26,4	24,0	21,1	18,7	15,8	22,4	12,7	28,2	21,4	20,6
55	12,3	11,4	17,4	4,4	9,1	5,3	0,4	3,1	0,0	9,7	4,2	3,1	6,7
56	0,5	4,9	0,4	6,5	0,0	5,0	4,6	5,9	4,4	4,5	7,7	7,2	4,3
57	13,7	7,4	5,2	11,1	29,2	16,0	22,2	16,9	42,4	40,6	31,4	37,2	22,8
58	39,0	34,9	57,5	38,3	41,4	44,5	56,7	55,3	80,1	91,2	51,9	66,9	54,8
59	83,7	87,6	90,3	85,7	91,0	87,1	95,2	106,8	105,8	114,6	97,2	81,0	93,8
60	81,5	88,0	98,9	71,4	107,1	108,6	116,7	100,3	92,2	90,1	97,9	95,6	95,7
61	62,3	77,8	101,0	98,5	56,8	87,8	78,0	82,5	79,9	67,2	53,7	80,5	77,2
1862	63,1	64,5	43,6	53,7	64,4	84,0	73,4	62,5	66,6	42,0	50,6	40,9	59,1
63	48,3	56,7	66,4	40,6	53,8	40,8	32,7	48,1	22,0	39,9	37,7	41,2	44,0
64	57,7	47,1	66,3	35,8	40,6	57,8	54,7	54,8	28,5	33,9	57,6	28,6	46,9
65	48,7	39,3	39,5	29,4	34,5	33,6	26,8	37,8	21,6	17,1	24,6	12,8	30,5
66	31,6	38,4	24,6	17,6	12,9	16,5	9,3	12,7	7,3	14,1	9,0	1,5	16,3
67	0,0	0,7	9,2	5,1	2,9	1,5	5,0	4,9	9,8	13,5	9,3	25,2	7,3
68	15,6	15,8	26,5	36,6	26,7	31,1	28,6	34,4	43,8	61,7	59,1	67,6	37,3
69	60,9	59,3	52,7	41,0	104,0	108,4	59,2	79,6	80,6	59,4	77,4	104,3	73,9
70	77,3	114,9	159,4	160,0	176,0	135,6	132,4	153,8	136,0	146,4	147,5	130,0	139,1
71	88,3	125,3	143,2	162,4	145,5	91,7	103,0	110,0	80,3	89,0	105,4	90,3	111,2
72	79,5	120,1	88,4	102,1	107,6	109,9	105,2	92,9	114,6	103,5	112,0	83,9	101,7
73	86,7	107,0	98,3	76,2	47,9	44,8	66,9	68,2	47,5	47,4	55,4	49,2	66,3

Tab. III. Ausgeglichene Variationen.

Jahr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.	Mitte
1836	—	—	—	—	—	—	10,64	10,93	11,19	11,56	11,80	11,94	—
37	12,04	12,07	12,16	**12,21**	12,16	12,09	11,91	11,84	11,87	11,80	11,82	11,94	11,99
38	11,97	12,03	12,14	12,15	12,08	12,04	11,99	11,85	11,68	11,53	11,32	11,02	11,82
39	10,79	10,73	10,70	10,67	10,67	10,65	10,62	10,62	10,63	10,66	10,68	10,63	10,67
40	10,49	10,20	9,90	9,69	9,52	9,46	9,45	9,34	9,21	9,06	8,87	8,80	9,50
41	8,78	8,72	8,61	8,52	8,45	8,37	8,29	8,22	8,11	8,00	7,92	7,81	8,32
42	7,72	7,63	7,52	7,46	7,46	7,50	7,52	7,55	7,52	7,45	7,38	7,36	7,51
43	7,38	7,38	7,38	7,41	7,41	7,37	7,29	7,16	7,04	7,00	6,99	6,90	7,23
44	6,79	**6,77**	6,78	6,82	6,89	6,96	6,96	7,03	7,20	7,37	7,53	7,66	7,06
45	7,77	7,85	7,83	7,78	7,70	7,62	7,61	7,53	7,51	7,53	7,54	7,64	7,66
46	7,74	7,80	7,79	7,78	7,85	7,92	7,92	7,96	8,05	8,12	8,15	8,15	7,94
47	8,17	8,28	8,51	8,94	9,37	9,59	9,89	10,27	10,61	10,83	10,97	11,15	9,71
48	11,40	11,56	11,61	**11,64**	11,56	11,53	11,44	11,50	11,42	11,45	11,56	11,50	9,85
1849	11,27	10,94	10,70	10,39	10,06	9,98	9,89	9,86	9,91	9,74	9,48	9,45	10,14
50	9,42	9,38	9,32	9,20	9,06	8,95	8,84	8,57	8,21	7,96	7,86	7,80	8,71
51	7,76	7,74	7,66	7,49	7,32	7,21	7,18	7,16	7,13	7,06	6,95	6,87	7,29
52	6,87	6,98	6,98	6,99	7'36	7,58	7,51	7,47	7,43	7,42	7,45	7,46	7,29
53	7,53	7,48	7,57	7,77	7,66	7,56	7,48	7,30	7,11	6,95	6,88	6,76	7,34
54	6,56	6,41	6,23	6,00	5,86	5,79	5,85	6,03	6,07	6,06	6,01	5,90	6,06
55	5,81	5,77	5,78	5,71	5,65	5,62	5,51	5,38	5,31	5,24	5,12	5,00	5,49
56	5,00	5,02	4,97	5,04	5,09	5,09	5,09	5,09	5,16	4,92	**4,73**	4,87	5,01
57	4,92	4,92	5,06	5,20	5,27	5,38	5,53	5,70	5,97	6,51	6,88	6,89	5,69
58	6,88	6,89	6,83	6,99	7,34	7,61	7,74	7,88	8,02	8,31	8,76	9,14	7,70
59	9,46	9,76	10,08	**10,17**	10,04	10,00	9,97	9,86	9,72	9,44	9,03	8,79	9,69
60	8,68	8,57	8,35	8,23	8,23	8,11	7,96	7,92	7,96	8,03	8,07	7,90	8,17
61	7,67	7,61	7,67	7,60	7,47	7,47	7,59	7,60	7,46	7,32	7,23	7,35	7,50
1862	7,61	7,72	7,72	7,74	7,72	7,66	7,59	7,58	7,62	7,67	7,83	7,97	7,70
63	7,89	7,74	7,57	7,48	7,40	7,30	7,27	7,31	7,38	7,40	7,35	7,33	7,45
64	7,36	7,42	7,41	7,28	7,22	7,21	7,56	6,84	6,72	6,67	6,61	6,50	7,07
65	6,25	6,22	6,18	6,10	5,88	5,80	5,89	5,97	5,77	5,40	5,05	4,69	5,77
66	4,44	4,25	4,05	**4,01**	4,17	4,24	4,21	4,17	4,23	4,33	4,42	4,59	4,26
67	4,77	4,87	4,90	4,92	4,86	4,86	4,97	5,04	5,14	5,26	5,54	5,75	5,07
68	5,75	5,86	6,15	6,39	6,58	6,75	6,84	6,90	6,99	7,15	7,29	7,51	6,68
69	7,82	7,99	8,09	8,20	8,27	8,36	8,46	8,62	8,80	9,11	9,59	9,94	8,60
70	10,18	10,39	10,66	10,93	11,21	11,43	11,57	11,70	11,89	**12,00**	11,81	11,60	11,28
71	11,47	11,44	11,36	11,31	11,28	10,94	10,71	10,66	10,51	10,36	10,24	10,21	10,87
72	10,23	10,26	10,36	10,31	10,15	10,22	10,26	10,15	10,10	10,10	10,02	9,80	10,16
73	9,59	9,35	9,05	8,85	8,72	8,64	—	—	—	—	—	—	—

Tab. IV. Ausgeglichene Relativzahlen.

Jahr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.	Mittel.
1836	—	—	—	—	—	—	125,6	132,0	136,9	138,2	138,0	139,4	—
37	142,7	145,7	**146,9**	146,3	145,2	141,4	136,4	130,9	127,4	127,1	127,7	126,2	136,9
38	125,4	120,8	113,4	111,2	108,6	105,3	101,6	100,7	98,8	93,5	87,3	82,2	104,1
39	79,5	80,7	85,4	87,9	87,5	86,5	84,7	83,0	81,5	80,7	81,5	81,9	83,4
40	80,6	76,5	71,0	66,9	64,6	63,6	60,8	56,0	52,5	50,5	49,5	49,6	61,8
41	48,7	46,7	44,3	41,8	39,5	37,4	36,8	36,2	35,5	34,5	32,1	28,8	38,5
42	26,7	25,3	24,1	23,8	25,0	25,0	23,9	22,8	21,5	20,1	19,3	18,7	23,0
43	18,0	17,3	16,1	14,2	11,9	10,8	**10,4**	10,7	11,5	12,2	12,3	11,7	13,1
44	11,9	12,9	13,5	14,2	14,6	14,7	15,7	17,6	20,0	22,7	25,7	28,3	19,3
45	29,9	30,6	31,9	33,7	34,8	37,7	40,6	41,4	42,7	44,0	45,0	46,9	38,3
46	49,0	50,6	54,7	58,7	60,1	61,2	62,5	63,2	63,8	63,8	63,4	64,8	59,6
47	65,9	69,8	75,6	83,0	91,5	96,7	102,5	109,3	113,1	116,6	120,3	123,0	97,4
48	128,2	**131,5**	128,6	124,1	121,1	122,2	124,2	124,9	125,2	124,5	123,4	120,7	124,9
1849	116,4	110,9	107,6	104,8	101,7	98,5	92,6	87,6	85,2	82,8	78,8	77,7	95,4
50	75,6	74,0	73,7	73,4	71,5	68,1	66,4	67,0	66,9	66,7	67,2	67,0	69,8
51	66,6	66,3	65,3	64,2	63,7	64,0	64,2	62,3	60,6	60,8	60,9	59,7	63,2
52	59,4	58,9	57,0	55,9	56,2	55,3	53,1	50,9	48,9	47,2	45,6	44,5	52,7
53	44,4	44,9	45,2	44,0	41,9	40,0	38,0	35,9	34,3	32,7	31,4	30,1	38,5
54	28,2	25,7	23,7	22,0	20,7	20,6	20,4	20,0	19,4	18,4	16,9	15,5	21,0
55	14,1	12,8	11,4	10,4	9,2	7,5	6,2	5,5	4,5	3,9	3,5	**3,2**	7,7
56	3,3	3,6	3,9	3,9	3,8	4,1	4,8	5,5	5,8	6,2	7,6	9,2	5,1
57	10,4	11,6	13,7	16,8	19,3	21,5	23,8	26,0	29,3	32,6	34,3	36,0	22,9
58	38,6	41,7	44,8	48,5	51,4	53,5	56,7	60,7	64,3	67,6	71,7	75,5	56,2
59	78,9	82,6	85,9	87,9	90,8	93,2	93,7	93,7	94,0	93,8	93,9	95,4	90,3
60	97,2	**97,9**	97,0	95,4	94,4	95,1	94,9	93,7	93,3	94,5	93,6	90,6	94,8
61	88,1	85,8	84,5	83,1	80,3	77,8	77,2	76,7	73,7	69,5	67,9	68,1	77,7
1862	67,7	66,7	65,3	63,7	62,5	60,8	58,5	57,6	58,2	58,6	57,6	55,3	61,0
63	51,9	49,6	47,1	45,2	44,5	44,0	44,4	44,4	44,0	43,8	43,0	43,2	45,4
64	44,8	46,0	46,6	46,6	47,2	47,5	46,6	45,9	44,4	43,0	42,5	41,3	45,2
65	39,1	37,2	36,2	35,2	33,2	31,1	29,8	29,0	28,4	27,2	25,9	24,2	31,4
66	22,8	21,0	19,4	18,7	17,9	16,8	15,0	12,1	9,9	8,7	7,8	6,8	14,7
67	5,9	5,4	**5,2**	5,3	5,3	6,3	7,9	9,2	10,5	12,6	14,9	17,1	8,8
68	19,3	21,5	24,2	27,6	31,7	35,5	39,2	42,9	45,8	47,0	50,4	56,9	36,8
69	61,4	64,5	68,0	69,4	70,1	72,4	74,6	77,6	84,3	93,7	101,7	105,8	78,6
70	110,0	116,2	121,6	127,5	134,0	138,0	139,6	**140,5**	140,2	139,6	138,5	135,4	131,[illegible]
71	132,3	129,3	125,1	120,4	116,3	112,9	110,8	110,3	107,8	103,0	98,9	98,0	11[illegible],8
72	98,9	98,3	99,0	101,0	101,9	101,9	102,0	101,8	101,6	100,9	97,3	92,1	[illegible]9,7
73	87,8	85,2	81,4	75,4	70,7	67,8	—	—	—	—	—	—	—

Tab. V. Jahres-Variationen und Relativzahlen.

	v	r	v'	v-v'	A	v-A	v''	v-v''
1836	10',41	121,4	11',01	—0,61	4,35	6,06	11,11	—0,70
37	12,03	138,2	11,57	0,46	4,99	7,04	11,75	0,28
38	12,03	103,2	10,40	1,63	3,72	8,31	10,48	1,55
39	10,63	85,8	9,83	0,80	3,08	7,55	9,84	0,79
40	9,48	63,2	9,08	0,40	2,33	7,15	9,09	0,39
41	8,32	36,8	8,21	0,11	1,34	6,98	8,10	0,22
42	7,50	24,2	7,79	—0,29	0,88	6,62	7,64	—0,14
43	7,36	10,6	7,34	0,02	0,39	6,97	7,15	0,21
44	6,98	15,0	7,48	—0,50	0,58	6,40	7,34	—0,36
45	7,61	40,1	8,32	—0,71	1,66	5,95	8,42	—0,81
46	7,93	61,5	9,02	—1,09	2,11	5,82	8,87	—0,94
47	9,72	98,5	10,25	—0,53	3,57	6,15	10,33	—0,61
48	11,37	124,3	11,10	0,27	4,52	6,85	11,28	0,09
1849	9,95	95,9	9,28	0,67	4,30	5,65	9,35	0,60
50	8,91	66,5	7,98	0,93	2,90	6,01	7,95	0,96
51	7,17	64,5	7,89	—0,72	2,79	4,38	7,84	—0,67
52	7,58	54,2	7,44	0,14	2,35	5,23	7,40	0,18
53	7,59	39,0	6,46	1,13	1,70	5,89	6,75	0,84
54	5,76	20,6	5,95	—0,19	0,68	5,08	5,73	0,03
55	5,60	6,7	5,33	0,27	0,31	5,29	5,36	0,24
56	5,12	4,3	5,23	—0,11	0,19	4,93	5,24	—0,12
57	5,41	22,8	6,05	—0,64	0,97	4,44	6,02	—0,61
58	7,71	54,8	7,46	0,25	2,29	5,42	7,34	0,37
59	10,01	98,8	9,19	0,82	4,34	5,67	9,39	0,62
60	8,04	95,7	9,27	—1,23	4,44	3,60	9,49	—1,45
61	7,51	77,2	8,46	—0,95	3,48	4,03	8,53	—1,02
1862	7,61	59,1	7,67	—0,06	2,67	4,94	7,71	—0,10
63	7,26	44,0	6,83	0,43	2,00	5,26	7,04	0,22
64	7,19	46,9	6,99	0,20	2,11	5,08	7,15	0,04
65	5,85	30,5	6,08	—0,23	1,37	4,48	6,41	—0,56
66	4,21	16,3	5,29	—1,08	0,73	3,48	5,77	—1,56
67	4,94	7,3	4,79	0,15	0,33	4,61	5,37	—0,43
68	6,81	37,3	6,46	0,35	1,68	5,13	6,72	0,09
69	8,42	73,9	8,50	—0,08	3,33	5,09	8,37	0,05
70	11,52	139,1	12,13	—0,61	6,21	5,31	11,25	0,27
71	10,69	111,2	10,58	0,11	5,00	5,69	10,04	0,65
72	10,32	101,7	10,05	0,27	4,57	5,75	9,61	0,71
73	8,64	66,3	8,08	0,56	2,98	5,66	8,02	0,62

Tab. VI. Mittelzahlen.

Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III		Gruppe IV		Gruppe V	
r	v	r	v	r	v	r	v	r	v
96,66	5,70	74,32	4,36	60,74	4,70	33,48	2,41	12,00	2,19
116,00	7,84	84,22	7,12	63,88	5,37	33,42	4,34	15,08	3,65
117,28	11,28	84,98	10,12	58,64	9,23	35,06	7,22	14,46	4,23
119,68	14,70	69,10	12,55	49,94	10,98	33,06	8,14	12,00	7,95
123,36	13,41	72,26	11,03	52,78	10,70	35,78	9,75	9,78	6,55
105,40	13,09	79,62	10,41	59,28	11,51	32,30	9,76	9,88	7,72
107,06	12,49	67,68	9,95	52,58	10,73	31,24	9,22	7,60	7,92
103,66	12,35	79,74	10,40	53,94	10,50	37,52	8,90	8,48	7,55
103,36	11,08	80,00	10,19	56,12	8,25	32,66	8,31	8,78	5,45
100,10	9,56	71,92	7,08	59,38	6,42	40,32	5,74	10,90	4,36
112,50	6,22	67,70	4,76	53,06	4,33	36,32	3,05	11,68	2,37
99,36	3,49	75,00	3,74	50,64	2,19	36,44	2,13	11,68	1,50

Tab. VII. Tafel der a.

a'	a''	q'	q''	q	Q	q—Q	Q'	q'-Q'	A'
1,471	2,799	0,307	0,463	0,385	0,423	-0,038	0,245	0,062	1,172
2,947	4,498	0,616	0,745	0,680	0,635	0,045	0,538	0,078	2,573
4,387	6,680	0,917	1,106	1,011	0,943	0,068	0,902	0,015	4,325
7,004	7,907	1,464	1,309	1,386	1,267	0,119	1,293	0,171	6,187
7,002	8,327	1,463	1,379	1,421	1,519	-0,098	1,605	-0,142	7,680
7,731	8,826	1,616	1,461	1,538	1,632	-0,094	1,772	-0,156	8,478
7,762	8,839	1,622	1,464	1,543	1,576	-0,033	1,702	-0,080	8,143
7,162	8,098	1,497	1,341	1,419	1,365	0,054	1,462	0,035	6,995
5,532	6,557	1,156	1,085	1,120	1,056	0,064	1,097	0,059	5,248
3,462	5,199	0,724	0,861	0,792	0,733	0,059	0,707	0,017	3,383
1,907	3,207	0,398	0,531	0,464	0,480	-0,016	0,395	0,003	1,890
1,056	1,534	0,221	0,254	0,237	0,367	-0,130	0,296	-0,075	1,415
4,785	6,039	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,001	0,000	4,791

Tab. VII. (Forts.) | **Tab. VIII. Tafel der b.**

d=a'-A'	D	d—D	b'	b''	q'	q''	q	B'	b'-B'
0,299	-0,187	0,486	0,0433	0,0332	0,874	0,800	0,837	0,0393	0,0040
0,374	0,235	0,139	436	284	0,881	0,684	0,782	494	-0,0058
0,062	0,417	-0,355	649	430	1,311	1,036	1,178	596	0,0053
0,817	0,175	0,642	673	545	1,359	1,313	1,336	597	0,0076
-0,678	-0,247	-0,431	559	452	1,129	1,084	1,106	496	0,0063
-0,747	-0,429	-0,318	483	541	0,975	1,301	1,138	394	0,0089
-0,381	-0,187	-0,194	432	492	0,873	1,181	1,027	393	0,0039
0,167	0,235	-0,068	480	506	0,969	1,219	1,094	494	-0,0014
0,284	0,417	-0,133	556	401	1,123	0,966	1,044	596	-0,0040
0,079	0,175	-0,096	561	349	1,133	0,841	0,987	597	-0,0036
0,017	-0,247	0,264	397	306	0,802	0,737	0,769	496	-0,0099
-0,359	-0,429	0,070	279	346	0,563	0,834	0,698	394	-0,0115
-0,006	0,000	0,000	0,0495	0,0415	1,000	1,000	1,000	0,0495	0,0000

Rechnungen und erhaltenen Resultate mitzutheilen: In Tab. V finden sich zunächst aus Tab. I und II die Jahresmittel v der Variationen und die Jahresmittel r der Relativzahlen eingetragen, und zwar für die drei Jahresgruppen 1836—1848, 1849—1861 und 1862—1873, bei deren erstes die r zunächst aus den Beobachtungen von Schwabe entnommen sind, während bei den beiden letzteren meine Beobachtungen vorherrschen. Für jedes Jahr jeder dieser Gruppen wurde nun die Gleichung

$$v=a+b.\ r \qquad \text{I}$$

aufgeschrieben, und daraus für jede Gruppe a und b bestimmt. Auf diese Weise wurden für Mailand die Variationsformeln

$$\begin{aligned} v' &= 6',990 + 0,0331\ .\ r \quad \text{für } 1836-1848 \\ &= 5,039 + 0,0443\ .\ r \qquad 1849-1861 \\ &= 4,383 + 0,0557\ .\ r \qquad 1862-1873 \end{aligned}$$

erhalten, nach denen die v' berechnet, in die Tafel V eingetragen und mit den v verglichen wurden. Die Vergleichung ergab

$$\begin{aligned} \sqrt{\Sigma(v-v')^2 : n} &= 0,703 \quad \text{für } 1836-1848 \\ &= 0,724 \qquad 1849-1861 \\ &= 0,444 \qquad 1862-1873 \end{aligned}$$

Es lassen sich also auch die Mailänder Variationen aus den Sonnenflecken-Relativzahlen berechnen; jedoch sind die für die verschiedenen Gruppen erhaltenen Werthe von a und b unter sich verschiedener als es wohl sonst vorgekommen, —. auch die mittleren Abweichungen der berechneten von den beobachteten Variationen etwas grösser. Ob diese Verhältnisse mit der Natur der Sache zusammenhängen, oder sich durch Veränderungen und zeitweilige

Störungen in den Apparaten erklären lassen, will ich für den Augenblick nicht untersuchen, obschon sich durch Vergleichung der Mailänder Serie mit anderen Reihen Anhaltspunkte dafür gewinnen liessen, und lieber zur weiteren Verfolgung der Tab. V übergehen: Die in der Rubrik A enthaltene Reihe ist der Tab. A in Nr. XXXV entnommen, und die v-A geben somit Werthe für die in der für das mittlere Europa brauchbaren Variationsformel

$$v'' = \alpha + 0,045 \,.\, r \qquad \text{II}$$

vorkommende Ortsconstante α. Diese Letztere hätte somit in Mailand betragen

6,76	im Mittel	aus den	Jahren	1836—1848
5,05	»	»	»	1849—1861
5,04	»	»	»	1862—1873

so dass hier der Unterschied zwischen den zwei letzten Jahresgruppen verschwindet, während er für die erste noch entschiedener auftritt. Berechnet man mit diesen drei Werthen die v'', und vergleicht Letztere, wie es in Tab. V geschehen ist, mit den v, so erhält man

$$\sqrt{\Sigma (v - v'')^2 : n} = 0,674 \quad \text{für } 1836\text{—}1848$$
$$= 0,711 \quad 1849\text{—}1861$$
$$= 0,604 \quad 1862\text{—}1873$$

so dass also II die Mailänder Variationen nahe ebensogut darstellt, als es durch die I geschieht.

Die von Schiaparelli mitgetheilte schöne Reihe der Monatmittel der täglichen Variation bestimmte mich mit ihrer Hülfe einen längst gefassten Plan auszuführen, nämlich in entsprechender Weise, wie ich bis jetzt Jahresformeln zur Berechnung der Variation aufgestellt habe, auch Formeln für die einzelnen Monate abzuleiten. Dabei

beschränkte ich mich jedoch auf Benutzung der 25 Jahre 1849—1873, über welche sich meine eigenen Sonnenflecken-Beobachtungen verbreiten: Ich ordnete diese 25 Jahre nach den mittleren jährlichen Relativzahlen, wodurch sich die Folge

1870, 71, 72, 49, 60; 1859, 61, 69, 50, 73;
1851, 62, 58, 52, 64; 1863, 53, 68, 65, 57;
1854, 66, 67, 55, 56

ergab, theilte sie sodann in fünf Gruppen, und liess für jeden Monat die mittlere Relativzahl und die mittlere Mailänder-Variation berechnen. Ich erhielt so die in Tab. VI eingeschriebenen Zahlen, mit deren Hülfe ich die Formel I für jeden Monat fünfmal aufschreiben und daraus a' und b' bestimmen konnte. Diese letzteren Werthe sind in den Tafeln VII und VIII eingetragen worden, und neben ihnen je die entsprechenden Werthe a'' und b'', welche ich aus den gleichen Jahresgruppen der Prager Beobachtungen berechnen liess, — ferner je die aus Division dieser a und b durch ihr Mittel erhaltenen Quotienten q' und q'' und das aus je zwei entsprechenden Quotienten von Mailand und Prag gebildete Mittel q. Die beiden a und die aus ihnen abgeleiteten q zeigen einen so entschiedenen jährlichen Gang, dass der Gedanke nahe lag, dieselben durch eine periodische Function auszudrücken, und so setzte ich auch in der That

$$q_n = \alpha + \beta . \operatorname{Sin} (\gamma + n . 30^\circ) \quad . \; . \; . \quad \text{III}$$

wo n die Monatsnummer bezeichnet. Für q_n die Reihe der q und sodann die der q' einsetzend, ergab sich in ersterem Falle

$$\alpha = 1{,}000 \quad \beta = 0{,}635 \quad \gamma = 279^\circ \, 53'$$

und im zweiten Falle

$$\alpha = 1,000 \quad \beta = 0,761 \quad \gamma = 277^\circ\, 39'$$

mit welchen Werthen sodann III die in Tab. VII unter Q und Q' eingeschriebenen Zahlen lieferte. Die Q weichen von den q im Durchschnitte um $\pm$ 0,076, die Q' von den q' aber um $\pm$ 0,092 ab, so dass die q nur wenig gesetzmässiger als die q' erscheinen, also der Vortheil nicht sehr gross ist der Mailänder-Reihe der a' jene Mittelreihe der q zu substituiren. Da nun nach Tab. VIII die entsprechende Substitution auf die Reihe b sogar entschieden schädlich einzuwirken scheint, so entschloss ich mich um so mehr mich, wenigstens für einstweilen, ausschliesslich an die Mailänder Reihe zu halten, und liess durch Multiplication mit 4,785 aus der Reihe Q' die Reihe der A' bilden, und sodann diese mit a' vergleichen, wobei sich für $d = a' - A'$ der mittlere Werth $\pm$ 0,438 ergab. Es drückt also in der That die nach III gebildete Formel

$$A_n' = 4',785 + 3',641 \text{ Sin } (277^\circ\, 39' + n \,.\, 30^\circ) \qquad \text{III}'$$

sehr nahe die bei fleckenfreier Sonne in Mailand zu beobachtenden mittleren monatlichen Variationen aus, — und dabei ist es ganz interessant, dass der, der Mitte eines Monats entsprechende Winkel bis auf wenige Grade mit der betreffenden Rectascension der Sonne übereinstimmt, oder dass nach der Formel der vom Fleckenstande der Sonne unabhängige Theil der Variation kurz vor den Equinoctien (nämlich für $n = 2,74$ und $n = 8,74$) je einen mittleren Werth, kurz vor dem Sommersolstitium (nämlich für $n = 5,74$) sein Maximum, kurz vor dem Wintersolstitium aber (näm-

lich für $n = 11,74$) sein Minimum erreicht. Es scheint diess die von mir schon 1865 in Nr. 17 meiner Mittheilungen geäusserte Vermuthung zu bestätigen, dass etwas mit der Sonnendeclination Zusammenhängendes einen entschiedenen Einfluss auf die Grösse der täglichen Bewegung der Magnetnadel ausübe, — ja ich habe sogar, wenn mich einige vorläufig erhaltene Werthe nicht trügen, Hoffnung in nicht zu ferner Zeit etwas präciseres darüber mittheilen zu können. — Da mir in den übrig gebliebenen Differenzen d immerhin noch etwas Systematisches, an eine halbjährige Periode Gebundenes zu liegen schien, so wagte ich noch den Versuch dieselben durch die Formel

$$d_n = \alpha' + \beta' \text{ Sin } (\gamma + n \,.\, 60^\circ) \quad \text{IV}$$

darzustellen. Ich erhielt so

$$\alpha' = -0{,}006 \quad \beta' = 0{,}424 \quad \gamma' = 274^\circ\, 42'$$

und als ich nach der daraus hervorgehenden Formel

$$D_n = -0{,}006 + 0{,}424 \text{ Sin } (274^\circ\, 42' + n \,.\, 60^\circ) \quad \text{IV}'$$

die D berechnete und mit den d verglich, ergab sich für ihre Differenz der mittlere Werth $\pm$ 0,319, während nach oben der mittlere Werth von d auf $\pm$ 0,438 angestiegen war. Es ist also ein kleiner Gewinn vorhanden, wenn auch nicht ein sehr erheblicher; jedenfalls ist es interessant, dass der Winkel γ' so nahe an γ gefallen ist, dass man sie wohl einander gleichsetzen dürfte, und dass α' gleich dem gemeinen Mittel der d, also eigentlich gleich Null gefunden wurde. — Die Mailänder Reihe der b' in Tab. VIII zeigt einen den vorhin betrachteten d ähnlichen, nur noch entschiedenern Gang, der mit seinen Maximas

zur Zeit der Equinoctien und seinen Minimas zur Zeit der Solstitien lebhaft an den jährlichen Gang in der Häufigkeit der Nordlichterscheinungen erinnert, — die Prager Reihe der b'' dagegen enthält nur so schwache Anklänge an denselben, dass er noch in den Mittelwerthen q fast verloren geht. Ich glaubte daher zunächst bei der Mailänder-Reihe allein stehen bleiben, und dieselbe nach IV berechnen lassen zu sollen, wobei sich nun

$$B_n' = 0{,}0495 + 0{,}01166 \ \mathrm{Sin}\,(239^\circ\, 45' + n\,.\,60^\circ) \qquad \mathrm{IV}''$$

ergab, nach welcher Formel sich sodann die B' der Tafel VIII und die Differenzen $b'—B'$ ergaben. Da aus Letzteren die kleine mittlere Abtheilung $\pm$ 0,0067 zwischen den b' und B' folgt, so ist offenbar die Mailänder Reihe der b durch die IV″ ganz gut dargestellt, — nur können noch wegen der Nichtübereinstimmung der ja sonst als vorzüglich bewährten Prager-Beobachtungen, keine ernstlichen Schlüsse daraus gezogen werden. — Dagegen schienen mir die Resultate der obigen Untersuchungen, inclusive der räthselhaft gebliebenen Differenz zwischen Mailand und Prag, interessant genug, um unter Zuzug mehrerer anderer Stationen, eine noch grössere betreffende Studie zu unternehmen, die bereits seit längerer Zeit in vollem Gange ist, und nur wegen andern unaufschiebbaren Arbeiten noch nicht zum Abschlusse gebracht werden konnte. Ich hoffe darüber in einer spätern Nummer manches Interessante mittheilen zu können, und schliesse hier mit einer kleinen Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur ab :

325) Mémoires pour servir à l'histoire et au progrès de l'astronomie, de la géographie et de la physique. Par M. De l'Isle. Pétersbourg 1738 in 4°.

Im Jahre 1713 sah De l'Isle V 17. die Sonne fleckenfrei, — 18. war es trübe, — 19. sah er 3 Flecken am Ostrande, die er bis am 27. verfolgen konnte, — 28. war es trübe, — 29. war die Sonne wieder fleckenfrei. — Im Jahre 1714 VIII 21. sah er zwei Flecken, die er noch am 23. vermass; am 26. war der eine verschwunden, während der andere bis am 29. verfolgt werden konnte, am 30. aber ebenfalls erloschen war. IX 24. zeigt die Sonne noch keine Flecken, dagegen 25. einen aus mindestens 10 grossen Flecken bestehenden Haufen, der noch am 26. und 27. sichtbar, am 29. dagegen verschwunden war. — Im Jahre 1715 sah er IV 2. einen Flecken, 9. waren noch mehrere neue sichtbar geworden, 10. standen sie nahe am Westrande, 19. war am Ostrande ein kleiner Fleck sichtbar geworden; bei der Sonnenfinsterniss von V 3. ist von 3 Flecken die Rede, welche mindestens 2 verschiedenen Gruppen angehörten.

Herr Prof. Winnecke, der mich auf die obigen Stellen aufmerksam machte, theilte mir überdiess aus einem Manuscripte der Sternwarte in Pulkowa mit, dass De l'Isle auch 1735 einige Fleckenbeobachtungen machte: II. 14. sah er 2, verschiedenen Gruppen angehörende Flecken auf der Sonne, — III 19. einen kleinen Flecken; IV 1. sah er mehrere Flecken, von denen er Einen noch am 4. und 6. beobachtete; V 19. hatte die Sonne zwei ziemlich grosse Fleckengruppen, welche aber am 21. schon wieder verschwunden waren; V 31 hatte die Sonne einen Flecken nahe am Ostrande, der am VI 1. noch sichtbar war. — Gleichzeitig machte mich Herr Winnecke darauf aufmerksam, dass das von mir in Nr. 27 der Sonnenfleckenliteratur ausgezogene Commercium von Adelbulner noch einen zweiten Band habe, in welchem Baratier einige Sonnenfleckenbeobachtungen mittheile, und hatte die Güte mir denselben zu übersenden. In der That gibt Baratier an, dass er 1735 III 8. zu Halle 2 Flecken in der Sonne gesehen habe, sodann III 19. zu Berlin mit Kirch etwa den Fleckenstand 2.3. In den folgenden Tagen wurde ein wechselnder Fleckenstand beobachtet, einmal (ohne Datumangabe) etwa 2.8. Nach der Rückkehr nach Halle sah er IV 23. und 24. je einen, IV 29. drei grosse, V 1. vier, VI 14. einen grossen Flecken.

326) Rudolf Wolf, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1874 (Fortsetzung zu 313.)

Ich habe in Fortsetzung meiner Beobachtungen im Jahre 1874 folgende Zählungen erhalten:

1874			1874			1874			1874			1874		
I	3	4.7	II	18	1.1	IV	7	3.6	V	25	4.5	VII	6	4.15
-	4	3.5	-	19	4.5	-	8	3.7	-	26	2.3	-	7	4.15
-	5	2.2	-	20	4.7	-	10	3.7	-	27	1.2	-	8	4.17
-	6	3.3	-	23	5.9	-	11	4.7	-	28	1.3	-	9	4.13
-	7	3.5	-	24	5.7	-	12	2.5	-	29	1.5	-	10	5.15
-	8	2.6	-	25	6.11	-	13	3.7	-	30	1.5	-	11	5.15
-	9	3.7	-	26	6.10	-	15	2.6	-	31	1.7	-	12	5.15
-	10	3.7	-	27	5.9	-	17	2.5	VI	1	2.5	-	13	5.8
-	12	1.5	-	28	4.7	-	19	1.3	-	2	2.3	-	14	4.7
-	13	1.7	III	3	2.5	-	20	1.1	-	3	2.3	-	15	4.11
-	14	2.7	-	4	3.12	-	21	0.0	-	4	2.2	-	16	5.10
-	15	3.10	-	5	3.12	-	22	0.0	-	5	2.2	-	17	4.11
-	16	2.6	-	6	3.11	-	23	0.0	-	6	1.1	-	18	3.12
-	17	4.10	-	7	2.6	-	24	1.1	-	7	1.2	-	19	3.9
-	18	4.8	-	8	2.2	-	25	1.1	-	8	1.1	-	20	2.12
-	19	4.6	-	9	1.1	-	26	1.1	-	9	1.1	-	21	2.12
-	24	3.7	-	10	2.3	-	27	1.1	-	10	2.5	-	22	2.12
-	26	4.9	-	11	2.4	-	28	1.1	-	11	2.6	-	23	2.14
-	28	4.18	-	13	2.13	-	29	1.1	-	12	2.7	-	25	2.2
-	29	4.20	-	14	2.11	-	30	1.1	-	13	2.3	-	26	1.2
-	30	5.16	-	17	2.6	V	1	3.6	-	14	2.4	-	27	1.2
-	31	6.13	-	18	2.5	-	3	3.9	-	16	2.3	-	28	2.3
II	1	6.10	-	19	2.3	-	4	2.5	-	17	2.7	-	29	2.7
-	2	5.9	-	20	1.2	-	5	2.7	-	18	2.11	VIII	1	5.11
-	3	5.10	-	21	2.5	-	6	3.9	-	19	2.14	-	2	5.13
-	4	5.10	-	22	1.3	-	7	4.13	-	20	1.13	-	4	4.11
-	5	5.11	-	23	1.4	-	8	2.—	-	21	1.10	-	5	4.13
-	6	4.10	-	24	2.2	-	9	4.15	-	22	2.12	-	6	4.11
-	7	3.8	-	25	3.8	-	11	3.11	-	23	2.8	-	7	4.15
-	8	2.5	-	26	3.6	-	14	1.4	-	24	1.6	-	8	3.10
-	9	2.5	-	27	3.8	-	16	1.3	-	25	1.1	-	9	4.10
-	10	1.4	-	28	3.6	-	17	2.5	-	26	0.—	-	10	3.5
-	11	2.5	-	29	2.5	-	18	2.4	-	27	2.5	-	11	4.11
-	12	2.5	-	30	3.5	-	19	1.2	-	28	3.8	-	12	3.11
-	13	2.4	-	31	4.8	-	20	2.8	-	30	4.20	-	13	3.13
-	14	3.6	IV	1	3.8	-	21	2.9	VII	1	4.17	-	14	2.11
-	15	3.5	-	2	3.8	-	22	2.8	-	2	5.15	-	16	2.9
-	16	2.3	-	3	3.8	-	23	2.5	-	4	4.8	-	17	2.11
-	17	3.4	-	6	1.3	-	24	2.4	-	5	3.9	-	18	2.10

1874		1874		1874		1874		1874	
VIII 19	4.13	IX 8	2.2	IX 29	3.5	X 26	1.1	XII 6	1.5
- 20	5.17	- 9	1.1	- 30	4.8	- 27	1.1	- 7	1.6
- 21	4.12	- 11	2.4	X 1	3.10	- 28	1.1	- 8	3.7
- 22	3.5	- 12	2.5	- 4	1.9	- 29	0.0	- 9	2.6
- 23	3.7	- 13	1.1	- 6	1.9	- 30	0.0	- 10	2.4
- 24	3.5	- 14	0.0	- 7	1.7	- 31	1.1	- 12	1.9
- 25	2.2	- 15	0.0	- 9	2.4	XI 3	1.2	- 14	2.7
- 26	2.2	- 16	1.1	- 10	3.9	- 6	1.3	- 16	2.9
- 27	2.2	- 17	1.1	- 11	2.4	- 7	1.3	- 17	2.6
- 28	2.2	- 18	1.1	- 12	1.2	- 8	1.7	- 18	2.—
- 29	3.5	- 19	1.1	- 14	1.1	- 10	1.5	- 19	2.4
- 30	2.5	- 20	2.2	- 15	2.2	- 12	2.2	- 23	0.0
- 31	2.4	- 21	2.2	- 17	3.6	- 13	1.1	- 24	0.0
IX 1	1.2	- 22	3.4	- 18	4.5	- 14	2.6	- 25	0.0
- 2	1.3	- 23	3.3	- 19	3.5	- 22	3.4	- 29	2.7
- 3	1.3	- 24	2.2	- 20	4.5	- 24	2.4	- 31	2.9
- 4	1.1	- 25	2.2	- 21	4.5	- 26	2.4		
- 5	2.2	- 26	2.2	- 23	2.2	- 29	1.1		
- 6	1.1	- 27	3.3	- 24	1.1	- 30	1.1		
- 7	1.1	- 28	2.2	- 25	1.1	XII 1	1.1		

327) Robert Billwiller, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1874 (Fortsetzung zu 314).

Herr Billwiller hat in Fortsetzung seiner Beobachtungen im Jahre 1874 folgende Zählungen gemacht:

1874		1874		1874		1874		1874	
I 6	2.9	III 4	4.32	IV 24	1.3	VI 4	2.19	VII 20	2.27
- 8	3.22	- 5	5.45	- 25	1.3	- 11	2.15	IX 24	2.17
- 26	4.63	- 9	2.13	- 27	1.6	- 23	3.34	- 25	3.19
- 29	5.68	- 14	3.45	- 28	1.7	- 25	4.19	- 26	3.19
- 30	5.58	- 18	2.19	- 29	1.7	- 30	5.59	- 28	3.24
- 31	9.75	- 25	3.31	V 6	4.35	VII 2	7.65	X 1	3.31
II 5	6.37	- 26	4.27	- 19	2.18	- 3	7.69	- 6	1.31
- 6	6.39	- 27	3.24	- 20	4.35	- 6	5.58	- 7	1.35
- 7	5.27	- 31	3.25	- 27	1.9	- 7	5.66	- 12	1.18
- 9	2.13	IV 10	4.31	- 29	2.26	- 9	4.42	- 15	2.15
- 11	3.19	- 21	0.0	- 30	1.18	- 14	4.32		
- 25	6.31	- 22	0.0	VI 1	2.23	- 18	3.36		
- 26	5.26	- 23	1.3	- 3	2.21	- 19	2.32		

Eine Reihe zwischen VII 20 und IX 24 gemachter Beobachtungen ging durch einen unglücklichen Zufall verloren.

328) Wochenschrift für Astronomie, etc., herausgegeben von Professor Heis in Münster. Jahrgang 1874 bis 1875 (Fortsetzung zu 315).

Herr Weber im Peckeloh hat in Fortsetzung seiner Beobachtungen im Jahre 1874 folgende Zählungen gemacht:

1874			1874			1874			1874			1874		
I	4	3.21	II	21	5.42	IV	8	4.50	V	22	2.50	VII	2	4.105
-	5	2.10	-	22	6.38	-	9	3.60	-	23	2.45	-	3	5.92
-	6	2.10	-	23	6.31	-	10	4.42	-	24	2.32	-	4	7.93
-	7	5.25	-	24	6.17	-	11	4.33	-	25	5.22	-	5	6.110
-	8	5.29	-	25	6.46	-	12	2.27	-	26	3.17	-	6	6.157
-	9	3.30	-	26	7.60	-	13	3.24	-	27	2.22	-	7	6.189
-	10	2.59	-	27	7.55	-	17	2.21	-	28	1.24	-	8	3.161
-	11	2.51	-	28	5.45	-	18	1.5	-	29	2.58	-	9	5.140
-	13	1.75	III	1	4.60	-	19	1.5	-	30	2.57	-	10	6.147
-	14	1.60	-	2	4.75	-	20	1.7	-	31	4.70	-	11	7.120
-	15	2.52	-	3	4.57	-	21	2.3	VI	1	4.54	-	12	10.108
-	16	3.51	-	4	3.71	-	22	1.2	-	2	4.39	-	13	8.91
-	18	4.45	-	5	4.71	-	23	1.1	-	3	2.20	-	14	7.82
-	21	4.46	-	6	4.44	-	24	1.2	-	4	2.25	-	15	6.80
-	22	3.87	-	7	4.26	-	25	1.3	-	5	3.27	-	16	7.43
-	25	4.105	-	8	3.25	-	26	1.5	-	6	2.14	-	17	6.61
-	26	4.114	-	9	2.13	-	27	1.10	-	7	2.15	-	18	4.57
-	27	4.120	-	10	2.15	-	28	1.10	-	8	4.39	-	19	4.68
-	28	4.174	-	11	2.45	-	29	1.7	-	9	4.33	-	20	3.62
-	29	4.180	-	12	2.63	-	30	1.10	-	10	3.33	-	21	3.76
-	30	5.139	-	13	2.127	V	1	3.22	-	11	2.32	-	22	3.75
II	1	6.108	-	15	2.130	-	2	3.59	-	12	3.24	-	23	3.75
-	4	3.23	-	16	2.120	-	3	3.58	-	13	2.29	-	24	3.73
-	5	2.12	-	19	2.35	-	4	3.58	-	14	3.29	-	25	3.27
-	7	4.15	-	20	2.18	-	5	3.58	-	15	4.28	-	26	3.67
-	8	1.15	-	21	2.26	-	6	3.51	-	16	5.56	-	27	3.67
-	9	2.21	-	23	3.17	-	7	5.120	-	17	6.65	-	28	3.65
-	10	3.28	-	24	4.10	-	8	4.116	-	20	1.85	-	29	3.64
-	11	4.38	-	26	3.48	-	9	4.106	-	21	2.104	-	30	3.63
-	12	4.38	-	27	3.46	-	10	4.98	-	22	2.101	-	31	5.78
-	13	4.52	-	28	3.36	-	13	2.90	-	23	2.100	VIII	1	6.85
-	14	3.41	-	30	3.36	-	15	4.72	-	24	2.51	-	2	6.105
-	15	3.30	-	31	3.45	-	16	3.47	-	25	2.15	-	3	6.100
-	16	4.12	IV	1	3.65	-	17	2.37	-	26	3.13	-	4	6.99
-	17	3.9	-	4	2.57	-	18	2.15	-	27	4.56	-	5	5.108
-	18	5.15	-	5	1.51	-	19	2.14	-	28	6.71	-	6	5.112
-	19	5.34	-	6	3.62	-	20	3.52	-	29	6.125	-	7	6.100
-	20	5.46	-	7	4.61	-	21	3.54	VII	1	4.110	-	8	6.86

1874		1874		1874		1874		1874	
VIII 9	4.41	IX 4	2.9	IX 30	4.59	X 27	2.3	XI 28	2.18
- 10	5.44	- 5	2.15	X 1	4.36	- 28	1.3	- 29	2.15
- 11	5.46	- 6	2.7	- 2	3.75	- 29	1.1	XII 1	1.8
- 12	5.74	- 8	2.5	- 3	2.80	- 30	0.0	- 2	1.4
- 13	3.83	- 9	2.7	- 4	2.83	- 31	1.3	- 3	0.0
- 14	3.76	- 10	3.22	- 5	1.85	XI 2	1.21	- 4	0.0
- 15	3.82	- 11	2.37	- 6	1.80	- 3	1.25	- 8	1.1
- 16	3.88	- 12	2.35	- 7	1.65	- 5	1.31	- 10	3.14
- 17	2.78	- 13	3.15	- 8	2.63	- 6	1.30	- 11	3.18
- 18	3.85	- 14	1.5	- 9	3.44	- 8	1.61	- 15	1.20
- 19	5.100	- 15	1.1	- 10	4.44	- 9	1.60	- 16	2.18
- 20	8.146	- 16	1.2	- 11	3.46	- 11	1.18	- 17	2.18
- 21	7.76	- 17	1.2	- 12	2.35	- 14	3.36	- 18	2.15
- 22	6.60	- 18	1.3	- 13	1.18	- 15	2.45	- 19	2.10
- 23	4.29	- 19	2.5	- 14	1.13	- 16	2.50	- 23	0.0
- 24	5.33	- 20	2.5	- 15	2.7	- 17	2.56	- 24	0.0
- 25	3.16	- 21	4.18	- 16	3.23	- 18	2.65	- 25	0.0
- 27	2.8	- 22	4.34	- 17	4.27	- 20	3.58	- 26	3.14
- 28	4.16	- 23	3.24	- 18	4.27	- 21	4.38	- 27	3.25
- 29	4.38	- 24	2.29	- 19	4.30	- 22	3.25	- 28	3.36
- 30	3.18	- 25	3.25	- 22	2.12	- 23	2.18	- 29	3.49
- 31	2.22	- 26	3.30	- 23	2.6	- 24	2.20	- 30	3.49
IX 1	1.27	- 27	3.22	- 24	2.6	- 25	2.25		
- 2	2.41	- 28	4.33	- 25	1.4	- 26	2.28		
- 3	2.35	- 29	3.34	- 26	2.5	- 27	2.21		

329) Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani raccolte e publicate per cura del Prof. P. Tacchini (Fortsetzung zu Nr. 318).

Herr Professor Tacchini in Palermo hat in Fortsetzung seiner Beobachtungen im Jahre 1874 folgende Zählungen erhalten:

1874		1874		1874		1874		1874	
I 10	4.59	II 22	6.37	III 9	3.22	III 27	4.18	IV 10	4.16
- 11	2.41	- 24	7.22	- 15	3.51	- 28	8.31	- 14	5.17
- 22	6.22	- 25	7.35	- 17	3.26	- 29	3.13	- 17	3.20
- 23	6.40	- 26	7.26	- 18	5.30	- 31	5.19	- 18	2.18
II 8	7.33	- 27	8.33	- 19	3.16	IV 1	4.21	- 19	2.21
- 10	5.20	III 4	4.47	- 20	2.7	- 2	4.23	- 20	2.14
- 13	5.20	- 5	4.49	- 21	2.12	- 4	5.34	- 21	2.7
- 16	3.12?	- 7	5.21	- 22	3.32	- 5	4.24	- 22	1.3
- 19	5.26	- 8	5.18	- 24	4.18	- 7	5.21	- 23	2.4

1874		1874		1874		1874		1874	
IV 24	2.4	VI 7	3.15	VII 6	6.63	VIII 10	7.32	IX 23	4.26
- 25	1.2	- 8	5.34	- 7	6.54	- 11	7.26	- 24	4.40
- 26	3.8	- 9	4.26	- 8	6.57	- 12	5.25	- 26	4.18
- 27	1.2	- 10	3.13	- 9	5.62	- 13	5.26	- 27	5.16
V 2	4.26	- 11	3.26	- 10	5.58	- 14	4.34	- 28	4.21
- 3	3.16?	- 12	2.13?	- 11	8.54	- 15	4.39	- 29	8.43
- 4	3.27	- 13	3.17	- 12	8.73	- 16	4.38	- 30	6.31
- 8	6.37	- 14	4.12?	- 13	9.61	- 17	3.43	X 1	5.36
- 13	3.42	- 17	4.43	- 14	5.42	- 18	3.45	- 4	2.31
- 14	2.33	- 18	5.52	- 15	6.79	- 20	6.52	- 5	2.34
- 17	2.14	- 19	4.52	- 16	6.49	- 25	4.10	- 6	2.41
- 18	3.18	- 20	3.20?	- 17	8.58	- 26	3.8	- 8	4.70
- 19	3.22	- 21	1.21?	- 18	8.59	- 28	5.24	- 9	5.58
- 20	4.30	- 23	3.29	- 19	7.43	- 29	4.17	- 10	6.37
- 22	4.39	- 24	3.35	- 20	7.33	- 30	4.19	- 12	2.19
- 24	3.17	- 25	5.25	- 22	5.58	- 31	3.22	- 13	2.13
- 28	4.22	- 26	6.17	- 23	4.32	IX 1	3.15	- 14	2.9
- 29	2.29	- 27	7.48	- 24	4.28	- 2	4.36	- 17	6.22
- 30	4.30	- 28	4.34?	- 28	3.22	- 4	4.22	- 19	7.35
- 31	4.36	- 29	7.84	- 29	5.44	- 5	3.14	- 21	6.27
VI 1	4.29	- 30	7.67	VIII 3	7.84	- 6	2.20	- 29	1.2
- 2	4.23	VII 1	7.55	- 4	5.59	- 7	3.14	XI 1	3.8?
- 3	2.5	- 2	7.57	- 5	4.47	- 8	4.12	- 2	3.11
- 4	2.7	- 3	7.66	- 7	5.54	- 11	4.27	- 3	4.10
- 5	3.8	- 4	7.42	- 8	10.46	- 12	3.31	- 4	3.7
- 6	4.9	- 5	7.42	- 9	7.24	- 13	4.22	- 5	3.20

330) Memorabilia Tigurina oder Chronik der Denkwürdigkeiten des Kantons Zürich 1850 bis 1860 von G. v. Escher. Zürich 1870 in 4.

Auf pag. 240 wird angeführt, dass durch Blitzeinschlag in den Jahren

1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860

im Kanton Zürich

13	7	6	2	1	0	1	4	8	5

Feuersbrünste entstanden seien. Es ist diese Reihe, auf welche mich Herr Professor Fritz aufmerksam machte, in Anbetracht des Sonnenflecken-Minimums von 1856 von höchster Merkwürdigkeit.

331) Aus einem Schreiben von Herrn Director Schmidt in Athen, datirt: Berlin 1875 Jan. 3.

Aehnlich wie im vorigen Jahre, sende ich Ihnen auch diesmal unsere Sonnen-Beobachtungen frühzeitig ein, damit Sie für Ihre Arbeiten nicht zu warten brauchen, bis meine Publikation in den A. N. erfolgt. Den bei Weitem grössten Antheil an der Zählung der Gruppen hat mein Gehülfe Herr Alex. Würlisch aus Kumi, dem seit 1873 diese Beobachtungen übertragen wurden. Wenn ich in Athen an einer Zählung Theil nahm, finden Sie dies durch ein † neben dem Datum ausgedrückt. Meine wenigen Beobachtungen während der Reise gebe ich gesondert:

† wenn ich allein beobachtet,

†† wenn ich gemeinschaftlich mit A. Würl. beob.

1874. Athener Beobachtungen.

Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe
I 1†	$-4^{h}.6$	3	I 29†	$-11^{h}.8$	4.·.	II 22††	$-9^{h}.5$	4
- 2	- 8.7	3	- 29	2.0	4	- 23†	- 9.4	4
- 3	- 8.6	4	- 30	-10.3	5	- 24	- 9.6	5
- 4	- 8.3	3	- 31††	- 8.5	8	- 25	-10.8	5
- 5	- 8.3	2	II 1	- 9.0	7	- 26	- 9.0	6
- 7†	-11.8	0::	- 3	- 9.1	5	- 27	- 9.1	6
- 10	- 8.3	2	- 4	- 9.0	5	- 28	- 9.0	5
- 11	- 8.4	1:	- 6†	- 8.7	5	III 1	- 8.4	4
- 12	- 9.0	1	- 7	-11.5	4	- 2	- 2.1	2::
- 13††	- 9.9	1	- 8	- 8.7	3	- 3	- 9.6	2
- 14	- 9.5	3	- 9	- 8.7	2·.·	- 4	-11.1	3
- 15	- 8.6	3	- 9†	-11.7	2	- 5	- 8.5	4
- 16	- 8.6	4	- 10	- 8.5	3	- 7	- 8.9	3
- 17	- 8.2	4	- 12	- 9.0	3.·.	- 8	- 8.7	2
- 20	-11.0	3:	- 13	- 9.4	4	- 9	- 8.5	1
- 21††	- 8.5	3	- 14†	2.0	4	- 10	- 9.1	2
- 22	- 8.5	4	- 15	- 9.2	4	- 11	- 8.5	2
- 23	- 9.0	4	- 16	- 8.9	4	- 12	- 7.9	2
- 24	- 8.7	3	- 17	- 8.4	5	- 13	- 8.8	3
- 25	- 8.2	3	- 18	- 8.5	2	- 14	- 8.2	2
- 26	- 8.6	4	- 19	- 8.3	4	- 15	- 8.8	2
- 27	- 9.6	4	- 20	0.0	4	- 16	- 7.9	2
- 28	- 8.7	3	- 21	- 8.3	4	- 17	- 8.0	2

Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Grupp
	u			u			u	
III 18	- 8.1	2	IV 30	- 7.9	2	VI 14	-8.6	4
- 19	- 8.7	2	V 1	- 7.7	2	- 15	-8.1	4
- 20	-10.0	1	- 3	- 8.3	3	- 16	-8.1	5
- 21	- 8.8	1	- 4	- 7.3	3	- 17	-8.1	4
- 22	- 9.0	1	- 5	- 8.0	2	- 18	-8.2	3
- 23	- 9.8	2	- 6	- 8.3	3	- 19	-8.1	2
- 24	- 8.2	2	- 7	- 7.8	4	- 20	-8.2	2
- 25	- 9.7	2 ·.·	- 8	- 8.1	4	- 21	-8.1	1
- 26	- 8.3	3	- 9	- 8.1	4	- 22	-8.1	1
- 27	- 8.4	3	- 10	- 8.2	4	- 23	-8.7	1
- 28	- 8.7	3	- 11	1.0	2	- 24	-8.1	2
- 29	- 8.5	3	- 12	- 7.0	2	- 25	-8.0	3
- 30	- 8.7	3	- 13	- 7.6	2	- 26	-8.7	3
- 31	- 8.6	4	- 14††	- 0.8	2	- 27††	-8.8	4
IV 1	- 8.4	3	- 15	- 8.2	2	- 28	-8.2	4
- 2	- 8.3	3	- 16	- 8.1	3	- 29	-8.0	4
- 3	- 8.6	3	- 17	- 8.1	2	- 30	-8.2	5
- 4	- 9.6	3	- 18	- 7.8	2	VII 1	-9.1	5
- 5	- 8.1	1	- 19	- 8.1	1	- 2	-8.2	5
- 6	- 8.5	3	- 20	- 8.3	3	- 3	-8.3	6
- 7	- 8.7	3	- 21	- 8.8	2	- 4	-8.1	5
- 8†	0.0	3	- 22	- 8.2	1	- 5	-8.1	5
- 9	- 7.7	3	- 23	- 8.2	1	- 6	-9.3	5
- 10	- 9.0	4	- 24	- 8.9	1:	- 7	-8.1	4
- 11	- 8.1	3	- 25	- 8.8	2	- 8	-8.2	4
- 12†	-11.2	2:	- 26	- 8.5	2	- 9	-8.1	4
- 13	- 8.2	3	- 27	-10.6	1	- 10	-8.2	5
- 14†	-10.7	2:	- 28†	- 8.7	1	- 11	-8.2	5
- 14†	2.5	3	- 29†	- 8.4	2	- 12	-8.1	6
- 15	- 8.0	2	- 30	- 8.6	2	- 13	-8.2	6
- 16	- 8.2	2	- 31	- 8.4	4	- 14	-8.1	5
- 17	-11.1	2	VI 1	- 8.3	3	- 15	-8.2	5
- 18	- 8.4	1	- 2	- 8.3	2	- 16	-8.1	6
- 19	- 8.3	1	- 3	- 8.5	2	- 17	-8.4	4
- 20	- 8.4	1	- 4	- 8.3	2	- 18	-7.9	5
- 21	- 8.1	1	- 5	- 8.1	2	- 19	-8.5	3
- 22	- 8.1	0	- 6	- 8.1	1	- 20	-8.3	3
- 23	- 8.6	0	- 7	- 8.2	1	- 21	-8.2	3
- 24	- 8.8	0	- 8	- 8.5	3	- 22	-8.3	3
- 25	- 8.1	1	- 9	- 8.5	3	- 22†	-9.8	3
- 26	- 8.5	3	- 10	- 8.5	2	- 23	-8.1	3
- 27	- 8.1	1	- 11	- 8.4	2	- 24	-8.3	3
- 28	- 8.4	1	- 12	- 8.7	2	- 25	-8.3	3
- 29	- 9.2	1	- 13	- 8.2	2	- 26	-8.1	1

Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe
	u			u			u	
VII27	- 8.1	2	IX 9	- 7.8	2	XI 24	- 9.1	2
- 28	- 8.1	2	- 10	- 8.1	3	- 26	2.2	1
- 29	- 8.1	2	- 11	- 8.0	2	- 27	- 7.9	2
- 30	- 7.9	2	- 12	- 7.8	2	- 28	- 9.4	1
- 31	- 8.0	4	- 13	- 8.1	3	- 29	- 8.2	0
VIII1	- 8.2	7	- 14	- 7.8	2	- 30	2.5	0
- 2	- 8.7	7	- 15	- 7.9	1	XI 1	- 8.2	1
- 3	- 8.1	7	- 16	- 8.1	1	- 2	- 8.2	2
- 4	- 8.1	5	- 17	- 7.8	1	- 3	- 7.9	2
- 5	- 7.8	6	- 18	- 8.1	1	- 4	- 7.9	1
- 6	- 8.1	6	- 19	- 7.8	1	- 5	- 8.8	1
- 7	- 8.1	6	- 20	- 8.0	2	- 6	- 8.4	1
- 8	- 8.1	7	- 21	- 8.1	4	- 7	- 9.0	1
- 9	- 8.0	5	- 22	- 8.1	4	- 8	- 8.1	1
- 10	- 7.9	6	- 23	- 7.9	3	- 9	- 8.1	1
- 11	- 7.9	4	- 24	- 8.1	2	- 10	- 9.3	1
- 12	- 7.9	3	- 25	- 8.1	2	- 11	- 8.1	1
- 13	- 7.8	3	- 26	- 8.1	3	- 12	- 8.1	2
- 14	- 7.8	3	- 27	- 8.1	3	- 13	- 8.1	1
- 15	- 8.1	3	- 28	- 8.1	3	- 14	-10.2	1
- 16	- 8.1	3	- 29	- 7.9	4	- 15	- 8.6	1
- 17	- 7.9	2	- 30	- 8.1	5	- 16	- 8.2	1
- 18	- 8.0	2	X 1	- 7.9	4	- 17	4.1	1
- 19	- 7.9	5 :	- 2	- 7.9	3	- 18	- 8.5	1
- 20	- 8.1	5	- 3	- 8.0	2	- 19	- 8.2	1
- 21	- 8.1	4	- 4	- 8.0	2	- 20	-11.8	1
- 22	- 8.1	4	- 5	- 8.1	1	- 21	- 8.2	3
- 23	- 8.1	3	- 6	- 7.9	1	- 22	- 8.2	3
- 24	- 8.1	3	- 7	- 7.9	1	- 23	- 8.2	3
- 25	- 8.0	4	- 8	- 7.9	2	- 24	- 8.3	2
- 26	- 7.9	3	- 9	- 7.9	4	- 25	2.2	2
- 27	- 8.1	2	- 10	- 8.0	3	- 26	- 9.1	2
- 28	- 8.0	2	- 11	- 8.1	2	- 27	- 8.2	2
- 29	- 7.8	3	- 12	- 7.9	2	- 28	- 8.5	2
- 30	- 7.9	2	- 13	- 8.1	1	- 29	- 8.3	2
- 31	- 7.9	2	- 14	- 8.1	1	- 30	- 8.1	1
IX 1	- 7.9	2	- 15	- 8.5	2	XII 1	- 8.2	1
- 2	- 8.1	1	- 16	- 8.0	2	- 2	- 8.2	1
- 3	- 7.9	1	- 17	- 8.1	4	- 3	- 8.2	0
- 4	- 8.1	1	- 18	- 8.1	4	- 4	- 8.3	0
- 5	- 8.0	1	- 19	-10.2	4	- 6	2.5	1
- 6	- 8.1	1	- 20	- 7.9	5	- 7	- 8.2	2
- 7	- 8.0	1	- 21	- 8.1	4	- 8	- 8.1	3
- 8	- 8.0	2	- 23	- 8.2	2	- 9	- 8.1	3

Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe	Datum	Zeit	Gruppe
XII10	- $8^u.2$	4	XII18	- $8^u.3$	4	XII26	- $2^u.2$	2
- 11	- 9.1	3	- 19	- 8.7	5	- 27	- 8.1	2
- 12	- 8.3	3	- 20	- 9.0	4 : :	- 28	- 8.2	3
- 13	- 8.4	4	- 22	- 8.2	1	- 29	- 9.5	3
- 14	- 9.0	4	- 23	- 8.2	0	- 30	- 8.6	3
- 15	- 9.7	4	- 24	- 8.8	0	- 31	- 8.1	3
- 17	- 8.5	4	- 25	2.1	0 : :			

Beobachtet von J. Schmidt in Hamburg, am 3füssigen Refractor, der schon 1841—45 zu Sonnenbeobachtungen gedient hat:

October	18	$0^u.9$	4. Gr.
„	31	-9.0	2. „
Novemb.	6	-9.4	1. „

332) Aus einem Schreiben von Herrn Director Fearnley in Christiania vom 15. Januar 1875.

Die von Ihnen verlangten Monatsmittel für die Jahre 1864—69 habe ich das Vergnügen hier mitzutheilen.

Variation (II^h—XXI^h) der magnetischen Declination in Christiania:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1864	3'.587	4'.995	8'.185	9'.714	9'.044	8'.963	9'.225	7'.087	4'.316	3'.962	1'.917	0'.944
65	1.299	4.677	9.527	8.927	8.387	8.892	6.929	7.184	6.059	4.336	0.929	1.801
66	3.327	5.699	5.503	8.141	8.603	8.742	8.133	6.994	4.153	3.557	3.288	2.324
67	2.349	5.033	7.858	8.411	6.940	8.603	8.741	7.635	5.515	3.419	2.208	1.527
68	3.083	4.333	8.684	10.553	7.543	9.334	9.273	9.144	5.455	5.009	3.846	3.436
69	3.342	6.982	8.440	10.728	8.367	11.995	11.691	9.514	8.830	6.880	5.159	2.036

Aus der im vorigen Jahre beobachteten Variation ergibt sich für **1873** eine schwache Einbiegung der Variationscurve, also genau an derselben Stelle (nach einer 11-jährigen Periode) wie die charakteristische Depression in 1851 und 1862. Dem nachfolgenden in 1852 deutlich, in 1863 etwas schwächer hervortretenden secundären Maximum entsprechend, scheint diesmal

(1874) eine, wenn auch nicht starke, Ausbiegung die Curve auszeichnen zu wollen.

Das Resultat der vorjährigen Beobachtungen — die absolute Declination wie früher in doppelter Weise aus den zwei täglichen Beobachtungen abgeleitet — war:

1874	Variation (2^h—21^h)	Westliche Declination nach Formel I	nach Formel II
Januar	3'.982	14° 24' 39".8	14° 23' 14".8
Februar	6.275	23 41.3	22 9.3
März	8,710	22 57.5	22 15.5
April	10.372	22 6.3	21 33.5
Mai	9.015	21 39.8	21 33.2
Juni	9.391	20 52.3	20 43.0
Juli	9.935	20 38.7	20 20.6
August	8.447	19 9.9	18 23.3
September	7.440	18 25.4	17 27.5
October	5.903	17 18.9	16 13.2
November	3.215	16 38.7	15 56.2
December	2.343	16 7.3	15 38.6
Jahresmitt.	7'.090	14° 20' 20".1	14° 19' 36".5

333) Aus einem Schreiben von Herrn Director Hornstein in Prag vom 15. Januar 1875.

Aus den Variationsbeobachtungen der Declination erhielten wir im abgelaufenen Jahre folgende Resultate als Monatsmittel der täglichen Variation für Prag:

1874		
	Januar	6'.54
	Februar	7.48
	März	8.06
	April	9.63
	Mai	10.08
	Juni	10.42
	Juli	10.51
	August	8.81
	September	7.79

October	6.24
November . . .	4.94
December . . .	3.06
Jahr	7.80

Wegen der seit 1870 weggelassenen Beobachtungsstunde 8 Uhr Morgens muss noch, um an die Resultate der Jahre vor 1870 anknüpfen zu können, die Correction +0'.18 hinzugefügt werden, so dass man hat: Tägliche Variation der magnetischen Declination für Prag, 1874 . . . . . 7'.98.

334) Bulletino meteorologico dell' osservatorio del collegio romano. Vol. XIII—XIV.

Herr Professor Secchi in Rom hat 1874 folgende Zählungen erhalten:

1874			1874			1874			1874			1874		
I	1	3.—	II	6	5.—	III	9	3.—	IV	16	2.—	V	28	3.—
-	2	3.—	-	7	4.—	-	10	3.—	-	17	2.—	-	29	2.—
-	4	4.—	-	8	3.—	-	12	3.—	-	19	1.—	-	30	2.—
-	6	4.—	-	9	2.—	-	13	3.—	-	20	1.—	-	31	5.—
-	7	5.—	-	10	3.—	-	14	4.—	-	21	2.—	VI	1	4.—
-	8	5.—	-	11	3.—	-	15	2.—	-	22	1.—	-	2	2.—
-	9	3.—	-	12	4.—	-	16	2.—	-	23	1.1	-	3	2.—
-	10	3.—	-	13	4.—	-	17	3.—	-	24	1.1	-	4	2.—
-	11	2.—	-	14	4.—	-	18	2.—	-	25	1.1	-	5	3.—
-	13	1.—	-	15	3.—	-	20	2.—	-	26	2.—	-	6	1.—
-	14	3.—	-	18	4.—	-	21	2.—	-	27	1.—	-	7	3.—
-	15	3.—	-	20	5.—	-	22	1.—	-	29	2.—	-	8	4.—
-	19	4.—	-	21	5.—	-	24	4.—	-	30	2.—	-	9	4.—
-	20	4.—	-	22	6.—	-	25	3.—	V	1	3.—	-	10	3.—
-	22	3.—	-	23	6.—	-	26	3.—	-	5	2.—	-	11	2.—
-	23	3.—	-	24	6.—	-	27	3.—	-	6	4.—	-	12	2.—
-	24	3.—	-	25	7.—	-	28	3.—	-	8	3.—	-	13	2.—
-	27	4.—	-	26	7.—	-	29	3.—	-	9	4.—	-	14	3.—
-	28	5.—	-	27	7.—	-	30	3.—	-	10	4.—	-	15	5.—
-	29	5.—	-	28	6.—	-	31	3.—	-	14	2.—	-	16	4.—
-	30	4.—	III	2	3.—	IV	1	3.—	-	15	4.—	-	17	4.—
-	31	6.—	-	3	4.—	-	2	3.—	-	17	2.—	-	18	3.—
II	1	6.—	-	4	4.—	-	3	4.—	-	19	4.—	-	19	3.—
-	2	7.—	-	5	4.—	-	4	3.—	-	20	3.—	-	20	3.—
-	3	5.—	-	6	3.—	-	6	3.—	-	22	1.—	-	23	2.—
-	4	6.—	-	7	4.—	-	11	4.—	-	24	2.—	-	24	3.—
-	5	6.—	-	8	4.—	-	15	2.—	-	25	4.—	-	25	3.—

1874		1874		1874		1874		1874	
VI 25	3.—	VII 22	4.—	VIII 24	3.—	IX 26	3.—	X 31	1.—
- 26	4.—	- 23	4.—	- 25	3.—	- 27	3.—	XI 1	2.—
- 27	4.—	- 24	2.—	- 27	2.—	- 28	3.—	- 2	2.—
- 29	6.—	- 25	2.—	- 28	2.—	- 29	4.—	- 3	1.—
- 30	4.—	- 26	2.—	- 29	3.—	- 30	4.—	- 4	2.—
VII 1	3.—	- 28	2.—	- 30	3.—	X 1	3.—	- 5	2.—
- 2	5.—	- 29	3.—	- 31	2.—	- 4	2.—	- 6	1.—
- 3	5.—	- 30	2.—	IX 1	2.—	- 7	2.—	- 7	1.—
- 4	6.—	VIII 1	5.—	- 2	2.—	- 10	3.—	- 9	1.—
- 5	5.—	- 2	5.—	- 3	2.—	- 11	2.—	- 12	2.—
- 6	6.—	- 5	3.—	- 4	2.—	- 12	2.—	- 17	3.—
- 7	6.—	- 6	4.—	- 5	2.—	- 13	1.—	- 18	1.—
- 8	5.—	- 7	5.—	- 6	1.—	- 14	2.—	- 21	3.—
- 9	5.—	- 8	7.—	- 7	1.—	- 15	3.—	- 22	2.—
- 10	5.—	- 10	5.—	- 8	2.—	- 18	4.—	- 23	3.—
- 11	5.—	- 11	4.—	- 9	2.—	- 20	4.—	- 27	2.—
- 12	4.—	- 12	4.—	- 11	3.—	- 21	4.—	- 28	2.—
- 13	6.—	- 13	2 —	- 12	3.—	- 22	5.—	- 29	2.—
- 14	4.—	- 14	3.—	- 15	2.—	- 23	3.—	XII 1	1.—
- 15	2.—	- 15	3.—	- 17	2.—	- 24	2.—	- 7	2.—
- 16	5.—	- 16	3.—	- 18	1.1	- 25	2.—	- 8	3.—
- 17	4.—	- 17	3.—	- 20	3.—	- 26	2.—	- 11	4.—
- 18	3.—	- 18	3.—	- 22	3.—	- 27	3.—	- 16	2.—
- 19	3.—	- 20	5.—	- 23	3.—	- 28	2.—	- 22	1.—
- 20	3.—	- 21	5.—	- 24	2.—	- 29	0.0	- 24	1.—
- 21	4.—	- 23	3.—	- 25	3.—	- 30	0.0	- 25	1.—

Notizen.

Aus einem Schreiben des sel. Prof. Dr. Gräffe vom 13. April 1872: „Die Wärmeeinheit = w erhöhet die Temperatur von 1 Kilogrm. Wasser um 1 Grad (Celsius). Die Wärmeeinheit in Arbeit umgesetzt gibt 424 Meterkilogramm. — Nach Pouillet empfängt 1 Quadratmeter Oberfläche bei senkrechter Einstrahlung von der Sonne auf der Erde in einer Minute 17,633 w und daher in einer Stunde 1058 w oder in einem Jahre

$$1058 \, . \, 24 \, . \, 365 \; w$$

Die ganze innere Oberfläche einer Kugel, deren Radius $r = 20000000$ Meilen in deren Mittelpunkt sich die Sonne befindet, empfängt daher von dieser in einem Jahre:

$$4r^2\pi . 1058 . 24 . 365 . w$$

oder da eine Meile = 23661 rheinländische Fuss = 23661 . 0,31385 Meter, so ist die Grösse dieser Wärme:

$$4 . (20000000 . 23661 . 0,31385)^2 \; \pi . 1058 . 24 . 365 . w$$

Verwandelt man dieses in Arbeit M, so ist die Arbeit, die die Sonne durch Ausstrahlung in einem Jahre leistet oder

$$M = 4 \; (20000000 . 23661 . 0,31385)^2 \; \pi \, 1058 . 24 . 365 . 424 \text{ MK.}$$

$$\text{und daher } M = \text{num. log} . 33,03713.$$

Diese Arbeit der Sonne muss wieder ersetzt werden und man nimmt an, dass dieses durch in die Sonne fallende Meteormassen geschieht. Um von den hierbei vorkommenden grossen Zahlen eine Anschauung zu erhalten, nehme ich an, dass eine Kugel von circa der Grösse der Erde und auch von der Dichtigkeit derselben und die daher den Radius $r_1 = 6366197$ Meter besitzt und von der der Kubikmeter 5440 Kilogr. wiegt, mit der Geschwindigkeit c in die Sonne falle, so hat diese Kugel die lebendige Kraft

$$M_1 = \frac{4}{3} r^3\pi . 5440 . \frac{c^2}{2g} \text{ Meterkilogr.}$$

$$\text{oder } M_1 = \frac{2r\pi . r^2}{3} . 5440 . \frac{c^2}{g} \text{ Meterkilogr.}$$

$$\text{oder } M_1 = \frac{40000000 . (6366197)^2}{3} 5440 . \frac{c^2}{9,806}$$

Nehmen wir zuerst die planetarische Geschwindigkeit $c = 30000$ Meter an, so erhält man

$$M_1 = \text{num. log. } 32,43105$$

Es ist daher $\frac{M}{M_1}$ = num. log. 0,60608 = 4,0872

Es müssen daher circa 4 Kugeln jährlich von der Masse der Erde und mit der Geschwindigkeit von 30000 Meter in die Sonne fallen, um die aufgewendete Arbeit der Sonne wieder zu ersetzen. Da der Durchmesser der Sonne uns unter dem Winkel von 32′ 1,8″ erscheint, so sind circa 140 Jahre erforderlich, um den Durchmesser der Sonne um 1 Secunde zu vergrössern. Nimmt man die planetarische Geschwindigkeit von 50000 Meter an, so findet man

$$\frac{M}{M_1} = 1,453$$

und es sind circa 387 Jahre erforderlich, um den Durchmesser der Sonne um 1 Secunde zu vergrössern. — Die Angabe von Pouillet, dass die Fläche von 1 Quadrat-Meter in 1 Stunde von der Sonne 1058 *w* empfange, ist aber zu klein; Althans gibt 2264,9 *w* an. Schon vor längerer Zeit hatte ich mir eine Vorrichtung ausgedacht, um durch Schmelzen des Eises in einem grössern Massstabe diese Zahlen genauer zu bestimmen. Dazu gehörte aber mehr Energie als ich jetzt besitze, um dieses auszuführen.

Aus dem Vorliegenden scheint mir aber so viel hervorzugehen, dass entweder die Sonne auf andere Weise noch Arbeit empfängt, oder dass die Anhänger von Darwin nicht über Millionen von Jahren verfügen können, die die Sonne schon geschienen haben soll.“ [R. Wolf].

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Hauptversammlung vom 10. Mai 1875.

1. Vorlage der Rechnung des Herrn C. Escher im Brunnen; in Verhinderung desselben durch Herrn Schinz-Vögeli.

Ausgaben.	Fr.	Cts.	Einnahmen.	Fr.	Cts.
Bücher	4170	40	Alte Restanz v. 1873	73582	59
Buchbinder	642	10	Jahreszinse . . .	3376	50
Neujahrsstück . . .	391	32	Marchzinse	172	80
Vierteljahrsschrift .	1365	71	Eintrittsgelder . .	160	—
Katalog	—	—	Jahresbeiträge . .	2220	—
Meteorol. Beobachtg.	—	—	Neujahrsstück . .	313	70
Miethe, Heizung und			Katalog	36	—
Beleuchtung . .	132	—	Vierteljahrsschrift .	190	43
Mobilien	203	—	Legate	500	—
Besoldung	660	—	Beiträge v. Behörden		
Verwaltung	404	35	und Gesellschaften	792	60
Steuern	—	—	Allerlei	56	—
Passivzinse	—	—	5 erratische Blöcke,		
Allerlei	3	—	näml. 2 bei Wald, 1		
			bei Ringwyl, 1 bei		
			Embrach u. 1 ober-		
			halb Hirslanden		
Summa:	7971	88	Summa:	81400	62

Wenn von den Einnahmen von	81400 Fr.	62 Cts.	
abgezogen werden die Ausgaben von	7971 „	88 „	
so bleibt als Uebertrag für 1875	73428 „	74 „	
Er betrug für 1874	73582 „	59 „	
Somit ergibt sich für 1874 ein Rückschlag von	153 Fr.	85. Cts.	

Die Rechnung wird unter bester Verdankung gegen den Quästor genehmigt.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner erstattet folgenden Bericht über die Bibliothek:

Bericht über die Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich über das Jahr 1874.

Die Bibliothek hat sich im vorigen Jahre um 505 Nummern vermehrt. Ich gebrauche den letztern Ausdruck, um der Schwierigkeit zwischen Heften und Bänden auszuweichen. Von diesen 505 Nummern erhielten wir 118 durch Schen-

kung, 241 durch Tausch gegen unsere Vierteljahrsschrift und 146 durch Kauf. Die Schenkungen wurden uns gemacht von 19 Personen und 8 Behörden, Gesellschaften oder Vereinen. Die bedeutendste Schenkung bestand in 60 Sammelbänden kleinerer Schriften, welche die Erben der sel. A. Escher von der Linth noch aus Nachlass hatten binden und der Gesellschaft übergeben lassen. Die Tauschnummern rühren her von 99 Gesellschaften, unter denen vier bis fünf zum ersten Male erscheinen. Die Gesammtsumme für Bücheranschaffungen beträgt 4170 Fr. 40 Rp., nämlich 3759 Fr. 25 für Fortsetzungen und 411 Fr. 25 Rp. für neue Anschaffungen. Dieses ungünstige Verhältniss rührt hauptsächlich von einem englischen Werke her, dessen Fortsetzungen von einer Anzahl von Jahren her im verflossenen Jahre auf ein Mal geliefert worden waren. Glücklicher Weise ist vorauszusehen, dass dieser Uebelstand sich dieses Jahr nicht wiederholen wird. Uebrigens scheint es uns nicht nöthig, in diesem Berichte näher über die Vermehrungen unserer Bibliothek einzutreten, da ja die neu hinzukommenden Bücher stets in den Sitzungen der Gesellschaft vorgewiesen und nachher das Verzeichniss in unserer Vierteljahresschrift abgedruckt wird.

Die Benutzung der Bibliothek ist immer sehr stark, namentlich von Seite des Polytechnikums. Die Zahl der ausgestellten Empfangsscheine war 1093.

Um die grosse Zahl der hinzugekommenen Bücher aufstellen zu können, musste das vorige Jahr auch ein neues Büchergestell gebaut werden, wodurch zwar die Heiterkeit der Bibliothek etwas beeinträchtigt wird.

Schliesslich mag es Sie interessiren, zu vernehmen, dass die gegenwärtige Auflage unseres Bibliothekkataloges nebst Supplement nächstens vergriffen sein wird, so dass jetzt schon die Vorbereitungen zur Neuherausgabe getroffen werden müssen.

Dem Herrn Bibliothekar wird Namens der Gesellschaft durch den Herrn Präsidenten, Prof. Hermann, seine Mühe mit der Verwaltung der Bibliothek bestens verdankt.

3.) Der Aktuar erstattet kurzen Bericht über das Jahr 1874/75 von der Hauptversammlung den 4. Mai 1874 bis und mit der Sitzung vom 1. März 1875.

In 13 Sitzungen wurden 11 Vorträge gehalten, nämlich: von den HH. Dr. Schoch, Prof. Em. Kopp, Prof. Hermann, Dr. Baltzer, Prof. V. Meyer, Dr. Kleinert, Prof. Weith, Prof. Schär, Dr. Ch. Mayer, Prof. Culmann, Prof. Schär, und 14 kleinere Mittheilungen gemacht von den Herren Dr. Kollarits 1, Prof. Schär 1, Prof. Heim 2, Prof. Hermann 2, Dr. Ch. Mayer 1, Choffat 1, Dr. Baltzer 1, Prof. Fiedler 2, Ingen. Bürkli 1, Prof. Fritz 1 und Ennes de Soura 1.

Als ordentliche Mitglieder wurden aufgenommen die Herren: Dr. Stickelberger, Privatdocent am Polytechnikum, Prof. Dr. Wundt, Privatdocent R. Escher, Carl Ott, Assistent für Physik am Polytechnikum, Friedrich Weber, Apotheker in Enge, im Ganzen 5 Mitglieder.

Durch den Tod verlor die Gesellschaft ein ordentliches Mitglied, Hrn. Prof. J. J. Müller.

Somit beträgt die Mitgliederzahl 151 ordentliche Mitglieder, 33 Ehrenmitglieder und 12 correspondirende Mitglieder.

Zu Comitémitgliedern wurden die HH. Professoren J. J. Müller, Fliegner und Heim ernannt.

Zum Präsidenten für die nächste Amtsdauer wurde Hr. Prof. Hermann, zum Vicepräsidenten Hr. Prof. Schwarz gewählt. Für den resignirenden Hrn. C. Escher im Brunnen wählte die Gesellschaft Hrn. Schinz-Vögeli zum Quästor.

Der Bericht wird vom Herrn Präsidenten Namens der Gesellschaft bestens verdankt.

4. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neueingegangene Bücher vor:

A. Geschenke

Von der K. Ungar. naturhistorischen Gesellschaft.

Stahlberger, E. Die Ebbe und Fluth in der Rhede von Fiume. 4. Budapest 1874.

Krenner, J. A. Die Eishöhle von Dobschau. 4. Budapest 1874.

Von Hrn. Prof. Wolf.

Parchappe, M. Galilée. 8. Paris 1866.

Von Hrn. Prof. Favaro in Padova.

Favaro, A. Intorno ai mezzi degli Antichi per attenuare le conseguenze dei terremuoti. 8. Venezia 1874.
— Notizie storiche sulle frazioni continue. 4. Roma 1873.

Von Hrn. Prof. Heer.

Lea, Js. Observations of the genus Unio. 4. Philadelphia.
— A synopsis of the family Unionidæ. 4. Philad. 1870.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Bulletin de la Société mathématique de France. P. II. N° 5.
Proceedings of the mathematical society of London. N° 66-75.
Zeitschrift für analytische Chemie. XIV. 1.
Bulletin de l'académie de Belgique. T. 35—37.
Mittheilungen der k. k. Gesellschaft des Ackerbaues in Brünn. Jahrg. 1874.
Journal of the geogr. soc. of London. T. 42.
Proceedings of the R. geogr. soc. XVII. 4. 5. XIX. 3.
Mittheilungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig. 1873.
Annuario della società dei naturalisti in Modena. VIII. 3. 4.
Atti della società Italiana di scienze nat. XVII. 1-3.
Jahresbericht des physik. Vereins zu Frankfurt. 1873/74.
Stettiner entomologische Zeitung. 1875. 1—3.
Termeszettu dományi Közlöni. 1873.
Repertorium für Meteorologie. Herausg. v. H. Wild. Bd. IV. 1.
Annales de l'observatoire physique central, publié par H. Wild. 1869. 4. 3. Pétersbourg.

C. Von Redactionen.

Gäa 2. 3.
Naturforscher. 2. 3. 4.
Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 4. 5. 6. 7.

D. Anschaffungen.

Gauss Werke. Bd. 6.
Palæontographica. XXII. 6.
Mémoires de l'acad. des sciences de St. Pétersbourg. T. XXI.
Middendorf, A. v. Sibirische Reise. Bd. IV. Abthl. II. 2.
Pfeiffer, Novitates conchologicæ. 23—26.

5. Die Herren Prof. Dr. Friedrich Weber, Adolph Olbert, Lehrer in Männedorf, Prof. Dr. Frankenhäuser, Prof. Imhof in Schaffhausen, und B. Schröder, Chemiker in Zürich, melden sich zur Aufnahme als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft.

6. Die Herren Prof. Viktor Meyer und Prof. Charles Mayer werden einstimmig als Comitemitglieder gewählt.

7. Der Antrag von Herrn Prof. V. Meyer, den Beginn der Sitzungen auf 7 Uhr, statt wie bisher auf 6 Uhr, festzusetzen, wird mit Mehrheit angenommen.

8. Im vorigen Jahre war der Beschluss gefasst worden, gemeinschaftlich mit der antiquarischen Gesellschaft öffentliche Vorträge zu veranstalten; aber die Ausführung scheiterte aus Mangel eines passenden Lokales. Diess Jahr kann wahrscheinlich ein solches beschafft werden, und in Folge dessen beschloss man, sich der antiquarischen Gesellschaft, die die Sache bereits wieder organisirt hat, auf's Neue anzuschliessen und wählte zur Leitung eine Commission von 3 Mitgliedern. Die Wahl fiel auf die Herren Prof. Hermann, Prof. Schwarz und Prof. Heim.

9) Nach Beendigung der Geschäfte berichtete Herr Prof. Fliegner über das Bürgin'sche Verfahren, die Adhäsion der Lokomotiven durch Magnetismus zu verstärken.

Die Leistung einer Lokomotive ist das Produkt aus Zugkraft und Geschwindigkeit. Die letztere hängt ab von der Verdampfungsfähigkeit des Kessels, also namentlich von der Grösse der Heizfläche, und diese ist, verglichen mit dem Volumen und Gewicht des Kessels, so gross, dass einstweilen kein wesentlicher Fortschritt in dieser Richtung mehr zu erwarten ist. — Die Zugkraft ist abhängig von den Cylinderdimensionen, dem Dampfdruck und der Belastung der Triebräder („Adhäsionsgewicht"). Cylinderdimensionen und Dampfdruck kann man leicht genügend gross machen. Das Adhäsionsgewicht dagegen ist durch das Gewicht der Lokomotive begrenzt. Bei kleinem Zugwiderstande wird mit Rücksicht auf die verlangte Geschwindigkeit der Fahrt und die dazu nöthige Heizfläche die Maschine so schwer, dass nur ein Theil ihres Gewichtes als Adhäsionsgewicht ausgenutzt wird. Wächst

dagegen der Zugwiderstand und nimmt die Geschwindigkeit ab, so kann der Fall eintreten, dass die Maschine nicht genügend schwer wird. Dann leistet die von Hrn. Bürgin angewandte Magnetisirung der Triebräder gute Dienste.

Das Magnetisiren erhöht nämlich einmal den Druck zwischen Rad und Schiene, dann aber auch gleichzeitig den Reibungscoefficienten. Auf der anderen Seite erfordert sie keine schwereren Schienen, da die Vergrösserung des gegenseitigen Druckes die Schienen in keiner Weise auf Biegung beansprucht. — Da der Gedanke des Hrn. Bürgin, durch Magnetisirung die Zugkraft zu vergrössern, nicht neu ist, sondern nur die Art und Weise der Ausführung, so kam es darauf an, durch Versuche festzustellen, ob sich seine Anordnung bewähre. Derartige Versuche sind an einer älteren Maschine der Nordostbahn angestellt worden, und zwar in der Art, dass von der Versuchsmaschine eine andere fortgezogen wurde. Ein eingeschaltetes Dynamometer gestattete die Zugkraft abzulesen. Es wurde nun der Dampfdruck gesteigert, bis ein Schleudern der Triebaxe eintrat. — Einige Fahrten ohne, einige darauf folgende mit Magnetisirung der Räder ergaben eine Zunahme der Zugkraft um 50 pCt. Ein Abstellen der elektro-magnetischen Maschine liess dann die Zugkraft auf nur 1,38 der ursprünglichen sinken, eine Folge des bleibenden Magnetismus. — Andere Versuche wurden in der Art angestellt, dass die Lokomotive vor einen Güterzug gespannt wurde, sie ergaben an 20 pCt. Zunahme der Zugkraft. Die grosse Differenz ist vielleicht Folge davon, dass bei den zweiten, späteren Versuchen die im Ganzen nur sehr provisorische Einrichtung nicht mehr vollständig in normalem Zustande war. — Ueber die Betriebskosten konnten keinerlei Erhebungen gemacht werden, es ist aber zu erwarten, dass sie sich bei einem in jeder Beziehung gut konstruirten Apparat nicht erheblich hoch stellen werden. Dann kann die Erfindung des Hrn. Bürgin, namentlich für Nebenbahnen in der Schweiz von grosser Bedeutung werden.

Die von Herrn Bürgin zur Magnetisirung benutzte Gramme'sche magneto-elektrische Maschine wurde hierauf von Hrn. Prof. Fr. Weber erläutert und nach der Sitzung von Hrn. Ingenieur Bürgin im Pumpwerk am oberen Mühle-

steg in Thätigkeit vorgewiesen. Hier zeigte derselbe auch die Wirkung der Magnetisirung auf ein kleines Locomotivenmodell, welches sich auf einer stark geneigten Bahn befand. Während beim Bergauffahren die Räder ohne Magnetismus stark schleuderten, und das Modell nicht von der Stelle kam, bewirkte Magnetisirung sofort ein ruhiges Auffahren. Ebenso brachte Magnetisirung das bergabfahrende Modell augenblicklich zum Stehen. Die Magnetisirung geschieht so, dass von den drei Rädern einer Seite, das mittlere einen Nordpol, die beiden anderen Südpole darstellen, auf der anderen Seite natürlich umgekehrt. Jedes Radpaar bildet sammt seiner Achse einen Hufeisenmagneten, der an den Achsenlagern durch Messing von den übrigen Eisen der Maschine getrennt ist. —

B. Sitzung vom 7. Juni 1875.

In Verhinderung des Herrn Präsidenten leitet der Vice-Präsident, Herr Prof. Schwarz, die Verhandlungen.

1. Die Herren Prof. Dr. Friedrich Weber, Prof. Dr. Frankenhäuser, Adolph Olbert, Lehrer in Männedorf, Prof. Eug. Imhof in Schaffhausen und B. Schröder, Chemiker in Zürich, werden einstimmig als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft aufgenommen.

2. Herr Otto Meister von Stäfa meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied in die Gesellschaft.

3. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neueingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von der Sternwarte in Poulkova.

Observations de Poulkova. T. VI.

Von dem Bureau géologique de la Suède.

Carte géologique de la Suède. Livr. 50—53.

Gumaelius, Otto. Om mallersta Sveriges glaciala bildningar. 1, 8. Stockholm. 1874.

Hummel, Dev. Om Rullstens bildningar. 8. Stockh. 1874.

Von den Herren Prof. Siebold und Kölliker.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Jahrg. XXV. 1, 2.

Kölliker, A., Festrede am 8. Dec. 1874.

Von Hrn. Prof. Hofmeister.

Uebersicht der Verhandlungen der technischen Gesellschaft in Zürich 28—30.

Von Hrn. Prof. R. Wolf.

Wolf, R., Astron. Mittheilungen, 37.

Hoefer, J., Histoire de l'astronomie. 8. Paris 1873.

Fellöcker, P. S., Geschichte der Sternwarte Kremsmünster. 4. Linz 1864.

Von Hrn. Prof. Culmann.

Culmann, C., Die graphische Statik. 2. Aufl. 8. Zürich 1875.

Von dem eidgenössischen Baubüreau:

Hydrometr. Beobachtungen. 1874. Juli-Dec.

Vom zürcher. statist. Büreau:

Statistik der Berufsarten des Kts. Zürich. 4. Zürich 1873.

Von Hrn. Dr. Herzog.

Bestimmung einiger speciellen Minimalflächen. 1875.

Von der eidgenössischen Bundeskanzlei:

Rapport mensuel sur les travaux de la ligne du S. Gotthard. 26, 29.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften (in Wien). Abthl. I. LXIX, 4, 5. LXX, 1. 2. Abth. II. LXIX, 4, 5. LXX, 1. 2. Abth. III. LXIX, 1—5. LXX, 1, 2.

Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften. 1874. Göttingen.

Observations made at Greenwich. 1872.

Memoirs of the R. astronomical society. Vol. 40.

Smithsonian contributions to knowledge. Vol. XIX.

Smithsonian miscellaneous collections. T. XI and XII.

Memoirs of the geological survey of India. X, 2. XI, 1.

Palæontologia Indica. XI. Records. VII. 1—4.

Mittheilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft. IV. 7.

Transactions of the entomological soc. of London. 1874. 3, 4.
Bulletin de la société industrielle de Rouen. II, 4. III, 1.
Proceedings of the London math. soc. 77, 78.
Bulletin de la soc. J. des naturalistes de Moscou. 1874, 3.
Annalen des physikal. Centralobservatoriums von St. Petersburg. Jahrg. 1873.
Bericht des Vereins für Naturkunde zu Fulda. II u. III.
Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. VIII, 1.
Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1874, 4. 1875, 1. Verhandlungen 16–18. 1875, 1—5.
Bulletin de la société Vaudoise des sciences naturelles. Vol. XIII. 74.
Annalen der k. k. Sternwarte in Wien, Folge III., Bd. 23.
Vierteljahrsschrift der astron. Gesellschaft. Jhrg. 18, 3, 4. X 1.
Monatsbericht der k. preuss. Akademie. 1874. Nov.-Dec. 1874. 1875 1, 2. — Register zu 1859—73.
Lotos. Herausg. von d. naturhist. Verein in Prag. Jhrg. 24.
Jahresbericht der Polichia. XXX—XXXII.
Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Neue Folge. XVIII.
Abhandlungen, herausg. v. naturwiss. Vereine zu Bremen. Bd. IV. 2, 3 u. Beilage 4.
Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. N. Fòlge 1874. Bd. 10.
Journal of the R. geolog. soc. of Ireland. Vol. XIV, 1.
Verhandlungen der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien. Bd. XXIV.
Jahresbericht der Nicolai-Hauptsternwarte. 1874.
Mémoires de la société nationale des sciences naturelles de Cherbourg. T. XVIII.
Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie. N. F. Bd. X. 1873.
Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. IX.
Memorie del R. istituto Lombardo di scienze. Vol. XII, 6. XIII, 1.
Rendiconti del R. istituto Lombardo di scienze. Serie II. Vol. V. 17—20. VI. 1—20. VII. 1—16.
Mémoires de l'académie des sciences etc. de Lyon. Classe des sciences. T. XX.

Annales de la société d'agriculture, d'histoire naturelle et arts utiles de Lyon, 4me série. T. 4—6.
Annuario della società dei naturalisti in Modena. Anno IX°. 1, 2.
Korrespondenzblatt des zoolog. mineral. Vereines in Regensburg. Jahrg. 27.
Journal of the chemical society. 1874. Nov.-Dec. 1875. Jan.
Sitzungsberichte der physical. mediz. Gesellschaft zu Würzburg. 1873/74.
Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. XXVI. 4.
Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Jahrg. 1874.
Sitzungsberichte der math. phys. Klasse der baier. Akademie. 1874, 3.
Académie des sciences et lettres de Montpellier. Mémoires VIII. 2. Médecine IV. 6.
Nederlandsch kruidkundig archief. II serie. I, 4.
Archives néerlandaises des sciences exactes et natur. IX, 4, 5.
Natuurkundige Verhandelingen der Holland. matsch. III. Deel II, 3, 4.
Natuurkundig Tijdschrift von Nederlandsch Indie. D. XXXIII
Tijdschrift voor Indisch Taal-Land-en Volkenkunde. XXI. 3, 4. XXII. 1—3.
Notulen van het Bat. genootschap. XIII, 1--3.
Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg. 5 u. 6 nebst Jahresbericht 4 u. 5.
Société des sciences physiques et nat. de Bordeaux. Extr. des procès-verbaux.

C. Von Redactionen:

Technische Blätter. Red. v. Fr. Rick. VII. 1.
Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrg. VIII. 9.

D. Anschaffungen:

Mädler, J. H. Untersuchungen über die Fixsternensysteme. Theil 2. fol. Mitau u. Leipzig 1848.
Philosophical transactions of the R. soc. of London. 1874, 2.
Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle, X. 3.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. 1873, 1.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. 1873, 1.
Mohr, Ed., Nach den Victoriafällen der Zambesi. 2 Thle. 8. Leipzig 1875.
Annuaire du Club Alpin Français. I. 1874. 8. Paris 1875.
Livingstone, D. Letzte Reise in Central-Afrika. 1.
Häckel, Ernst. Natürliche Schöpfungsgeschichte. 5. Aufl. 8. Berlin 1874.
Annalen der Chemie, Bd. 176, 1—3. 177, 1.
Schmidt, J. F. J., Studien über Erdbeben. 8. Leipzig 1875.
Schweiz. meteorol. Beobachtungen. Supplementband. Lief. 1.

4. Herr Topograph Dr. J. M. Ziegler aus Winterthur hält einen Vortrag „Ueber Orographie und Geologie des Ober-Engadin und der Berninagruppe" unter gleichzeitiger Vorlegung der bezüglichen von seiner Hand herrührenden topographischen und geologischen Karte dieser Gegend (1 : 50000), für deren letztere die Angaben des verstorbenen Professor Theobald benutzt wurden, und schloss daran einige allgemeine Bemerkungen über die Bildung unserer Erdkruste an. Wir sind in den Stand gesetzt, folgenden Auszug aus diesem Vortrage mitzutheilen:

„Da der Vortragende eine frühere Mittheilung „über topographische Karten" mit der Bemerkung geschlossen hatte, „dass fortschrittliche Entwickelung in diesem Gebiet ein gegenseitiges Verständniss des Geologen und des Topographen erfordere", ist ihm die Obliegenheit geworden, den Nachweis zu liefern, dass ihm selber darum zu thun war, die Rathschläge des Geologen zu nützen.

„Vorerst ein Paar Bemerkungen über die Configuration der Gegend und die Aussenformen der Gebirgsglieder. Obwohl die Grundfläche des in Graubünden und dem angrenzenden Italien liegenden Gebietes nur etwas über 140 □Stdn. misst, kann man in den Erhebungen und Thälern Aehnlichkeit finden mit den gleichliegenden Theilen der centralen Schweiz zwischen Rhone und Rhein, mit den südlichen Walliser oder Monte Rosa- und mit der Rhäticon-Kette, welche sämmtlich im Hauptkamm Ost-Nord-Ost Streichen haben und die Seitenkämme nördlich senden. Die Aussenform der Berge weist auf die Eiszeit zurück, welche schliesslich durch Ab-

rundung von Kanten und scharfen Ecken der Gegend die Physiognomie zwar nicht aufgedrückt, aber dieselbe doch modificirt hat. Das vorliegende Kärtchen der Gletscherspuren jener Gegend weist auf den allmäligen Rückgang dortiger Eisfelder hin, während der letzten Periode dieser langen Epoche. Die charakteristischen Erscheinungen lassen sich in folgenden Sätzen zusammenstellen: 1) vorzugsweise dort, wo weit verzweigte Seitenthäler jeweilen in Ein Hauptthal münden, entstand grosse Cumulation von Eis, also auch von Gufferstoff. Die so angehäufte Masse hielt länger an als die oberen schwächeren Eisstränge. Spuren findet man deutlich unterhalb Molins und Stalla in Oberhalbstein, zwischen Samaden und Ponte in Engadin, in der Ebene von Bormio, in Forbicina Val Malenco und bei San Martino Val Masino und an anderen Orten. 2) An den Gehängen links und rechts im Ober-Innthal finden sich erratische Blöcke alle aus Julier-Granit, welche darthun, dass eine Zeit lang, die Jahrzehnte schwankend geblieben, die Engadinerseen ihre Eisdecke im Sommer abzulegen begannen, bis dieses zur Regel der Jahreszeit ward. 3) Gewähren die Eisfelder in Nord und Süd der Berninagruppe (welch' letztere Anno 1874 zuerst topographisch verzeichnet erschienen) ein weites Gebiet für Gletscherstudien, um der Gegensätze willen, welche die Nord- und Südhalde der Insolation verdanken. Dazu kommen vom Frühjahr bis Herbst die stetig aus Veltlin aufsteigenden warmen Dünste bei Tage, und Nachts die rasche Abkühlung in der Höhe, welche grossen Einfluss üben und zu Beobachtungen einladen. Es ist daher zu wünschen, dass auf der italienischen Seite meteorologische Stationen errichtet würden, wie wir solche in Castasegna, Sils, Brusio und Bevers besitzen.

„ Die bevorzugte Aufmerksamkeit der Anwesenden möchte der Vortrag auf die geolog. Verhältnisse richten. Es sei gestattet vorerst die hohen Anerkennungen auszusprechen, welche wir dem verewigten Professor G. Theobald schulden, theils als Bearbeiter der „geologischen Karte“ (für uns Blatt XV und XX des Atlasses von Dufour) und der „geologischen Beschreibung“ eines grossen Theils von Graubünden, theils als Verfasser der „Naturbilder aus den rhätischen Alpen“.

Durch Benützung dieser reichen Materialen wurde des Topographen Aufmerksamkeit belebt, sein Nachdenken geschärft. Denn es liegt nahe, dass man aus dem Bau der Gebirge auf deren richtiges Darstellen in Topographie geführt wird, von dieser aber werden die Gedanken rasch auf geographische Formen gelenkt. Darauf kann nicht ausbleiben, dass dabei nach kosmischen Kräften gefragt werden muss. — Nun ist es der wissenschaftlichen Forschung unverwehrt, den Ausgangspunkt ihrer Untersuchungen da zu wählen, wo er dem Beobachter nahe liegt. Daher kam es, dass man vom Begehren erfasst wird, aus der Physiognomie einer Gegend Rückschlüsse zu thun auf Charakter und Geschichte derselben.

„Das in Frage stehende Gebiet ist sehr arm an Petrefacten, und diejenigen Exemplare, welche man gefunden, sind so schlecht erhalten, dass die Species schwer bestimmbar ist. Somit ist der Beobachter angewiesen, auf Felsen und deren Lagerung ein scharfes Auge zu richten, was dem, der darauf ausgeht, Spuren dynamischer Vorgänge zu finden, nicht hemmend, sondern fördernd sein muss. Noch ein weiterer Grund hiefür liegt in Folgendem: Der bei uns in freundlicher Erinnerung lebende Jules Marcou schrieb unlängst „die Classification der Sedimente ist provisorisch". Roderick Murchison warnte, schon lange her, auf Resultate, nur aus sedimentärem Gestein gefolgert, einen auschliesslichen Werth zu legen; in seiner letzten Presidents-Adress an die geographische Gesellschaft in London sagte er eine Reaction voraus und empfahl auf das zu achten, was Felsen (rocks) bedeuten. Ferner kommen dazu noch die Ergebnisse gründlicher Tiefenmessungen des Meeres. Noch vor der viel besprochenen Challenger-Expedition fanden Dr. Carpenter und Professor Wyville Thomson Anno 1869 im Meeresgrunde Thierchen, welche auf polare Strömungen hinweisen, nahe und in gleicher Tiefe solche, welche nur in warmer Temperatur, also durch Aequatorialströmung existiren.

„Alles das ermuthigt zu Folgerungen gemäss Spuren dynamischer Vorgänge. — Die vorhandenen Reste aus Trias-Gestein gewähren hiefür Anhaltspunkte in Menge, weil deren heutige Lagerung auf Bewegungen hindeutet, welche sie,

durch die Unterlagen gezwungen, mitmachen mussten. Durchweg in Unter- wie in Ober-Engadin findet der Beobachter (zumal dort wo verschiedene Gesteine verwitterte Theile neben einander liegen haben), dass die Sedimente weniger innig mit den krystallinischen Schiefern zusammenhängen als diese mit dem Granit. In Folge durften Erwägungen Platz haben, welche die verschiedenen Lagerungsweisen der Sedimente derart berücksichtigen, dass sie Stelle für Stelle einer Prüfung unterwerfen, ähnlich wie der Mathematiker eine analytische Formel zu discutiren hat, mit dem Unterschiede, dass die Coordinaten des Raumes als die bekannten, die mechanischen Kräfte (d. h. ihre Werthe) als die unbekannten Grössen betrachtet werden. Nach Diskussion der charakteristischen Stellen ergab sich als Schlussfolgerung: „Die krystallinische Unterlage hat mit den überliegenden Sedimenten leichtes Spiel gehabt." — Bei der stetig fortschreitenden Erstarrung der Erdkruste haben die Regungen der krystallinischen Masse der ungeheuren Erosion in den Sedimenten vorgearbeitet, so dass die Frage nahe lag: „Wie ist bei Verminderung der äusseren Rinde dafür gesorgt, dass die gesammte Kruste im Gleichgewicht bleibt?" Antwort: „vom Innern her." Hiebei ist uns das, was Professor B. Studer noch jüngst über Granit und Gneis veröffentlicht hat, kongruent erschienen mit dem, was die Berninagruppe in natura zeigt. Die krystallinischen Massen sind in einem gewissen Zustand von Plastizität in die Sedimente hineingepresst worden, welch' letztere, darauf der Verwitterung anheimgefallen, die Granite lange geschützt hielten, so dass diese, vielleicht schon desshalb, von Erosion mässige Spuren zeigen. (Vorweisung von Photographien aus Engadin, Malenco, Masino.) Man darf folgern, dass den Graniten Funktionen zuzuschreiben sind, welche denselben einen konstanten Antheil an der Formbildung der Erdkruste beimessen.

„Hier stehen wir auf einem Punkte, welcher viele Controversen veranlasste und erinnern uns an den Vortrag von Prof. Fliegner (December 1873) über die Falb'sche Theorie der Vulkan-Ausbrücke und Erdbeben, aber auch an eine in der Folge stattgefundene Unterredung mit dem leider viel zu

frühe von uns geschiedenen Professor J. J. Müller. — Wie aus einer Gewitterwolke blitzten seine Augen, als für Falb's Ansicht Geltung auch im heutigen Stadium verlangt ward. — Es ergab sich, nicht als Compromiss, sondern als gemeinschaftliche Ueberzeugung: „Dass in voraufgegangenen Perioden die Gezeiten des feuerflüssigen Erdinnern sich geltend machen mussten.“ Mittlerweile darf man Falb die Genugthuung lassen, dass er den von ihm angekündigten Ausbruch des Aetna im August 1874 mit eigenen Augen geschaut hat.

„Es tritt nun in unsere Betrachtung ein neues Element ein, die Drehung der Erde, welcher wir Abplattung der Pole und Anschwellung unter den Tropen verdanken. Dabei dürfen wir nicht vergessen, dass dessenungeachtet eine mässige Elliptizität des Aequators (nach Clarke $^{1}/_{3269,5}$) eingetreten ist, welche kaum der Centrifugalkraft, sondern Vorgängen wird beigemessen werden müssen, welche sich auf Erstarrung der Kruste und Regungen im Innern beziehen lassen.

„Mit einem Male treten geographische Formen als gültige Leitlinien uns vor die Seele. Damit hängt aber zusammen, dass wir vorerst den Paläontologen befragen, welcher fossile Pflanzen aus den Polar-, wie aus den tropischen Gegenden untersucht hat. Prof. Oswald Heer sagt in seiner Flora arctica, dass vom Nordpol gegen den Aequator die Vegetation Verbreitung gefunden, ... dass aber in einer späteren Zeit, welche er als die tertiäre voraussetzt, gewaltige Veränderungen an der Erdoberfläche stattgefunden, so dass von Osten her, aus Asien, die Mehrzahl der Obstsorten nach Europa gekommen sind. — Wenn wir diesen Ausspruch erwägen, so dürfen wir die geographische Lage der heutigen Erdtheile auf die Zeiten vor und nach dem Eintritt der Elliptizität des Aequators beziehen. (Es wird eine Polarprojection der Erde mit den Meridianen der längeren und der kürzeren Aequator-Achse vorgewiesen.) Es ist nicht gestattet in eine längere Diskussion einzutreten, wir fassen den nachfolgenden Gedankengang in folgende Sätze: 1) Wegen relativ ruhigem Zustande der Polargegenden konnte eine Kruste sich dort zuerst bilden. 2) Wenn ein Tertiärland im Atlantischen Meer bestanden hat und J. Klater's Lemmia im indischen

Ocean, so lag jenes nördlich, diese südlich dem Aequator, des Gleichgewichtes wegen, wie das heute mit Nord-Afrika und dem nördlichen Süd-Amerika der Fall ist. So lange die Erdrinde gleichmässiger Festigkeit baar war, konnte den hypothetischen Erdtheilen kein Bestand werden, wegen Störung durch die inneren Gezeiten. 3) Der Begriff von Tertiär-Zeit und der jüngeren Epochen verlangt ein verlängertes Zeitmaass, wie Dr. Karl Mayer's Tabellen der Terrains tertiaires nahe legen. Die älteren Gebilde rücken nachgerade ins graue Alterthum zurück. 4) Die Kenntniss der Sedimente ist nur eine Zeittheilung, nicht eine Erweiterung des Gedankenganges zum Verständniss aller Perioden. 5) Die Aehnlichkeit der 3 Paare südlicher Extremitäten in Asien und Europa, welche Karl Ritter zuerst betonte, scheint zusammenzuhängen mit gemeinschaftlichen Bewegungen bei Gestaltung beider Erdtheile und der Zeit nach vor den Eintritt der Aequator-Elliptizität zu gehören. 6) Endlich kommen wir auf die Stellung der alten zur neuen Welt und auf Oskar Peschel's Ansicht von der Hebung der Gebirgsketten am Rande der Festländer. Die amerikanische Cordillera hob sich demnach mit oder nach dem Eintritt der Elliptizität des Aequators, weil eine Wirkung parallel den Meridianen wahrscheinlich erst dann stattfinden konnte, als diejenige nach den Parallelen durch fortgeschrittene Erstarrung weniger Raum hatte.

„Wie schön, dass immer der Zusammenhang in den einzelnen Disciplinen der Naturwissenschaften kund wird. Eine Ermunterung zum gegenseitigen Austausch der Gedanken über Wahrnehmungen und Auffassungsweisen, mit und ohne Reibung der Geister.“ —

5) Herr Dr. Stickelberger machte eine Mittheilung über einen die Integrale algebraischer Funktionen betreffenden von Abel herrührenden Satz.

6) Zum Schlusse sprach Herr Prof. Dr. K. Mayer über das Alter der Uetliberg-Nagelfluh: „Wie in Zürich männiglich bekannt, besteht die Kuppe des Uto aus sogen. Nagelfluh, d. h. Fluss-Geröll-Conglomerat, während die Masse des Berges und der Albis-Kette überhaupt der gewöhnlichen,

hier aus abwechselnden Sandstein und Letten gebildeten, oberen Süsswasser-Molasse angehört. Diese Uetliberg-Nagelfluh zeichnet sich sowohl durch ihre Lagerung auf einem hohen und schmalen Berge als durch ihre verschiedenartige Natur und durch eine fernere, etwas seltene, Eigenthümlichkeit aus: sie ist nämlich partienweise sehr fest und hat dann einen eigentlichen Sandstein als Bindemittel, während andere Partien nur halbfest, durch Kalksinter leicht verkittet sind und endlich ganze Streifen bloss aus losem Gerölle, das selbst in Grus und Sand übergeht, bestehen. Die Gerölle stammen von Gesteinen der Graubündtner- und Glarner-Alpen, aber auch von den älteren Molasse-Sandsteinen ab. Einzelne sind über kopfdick, sehr viele faust- oder eigross und alle sind abgerundet, die mittelgrossen u. kleinern sogar fast alle deutlich flachgerollt, genau wie die Geschiebe eines grossen Flusses. Was aber diese Gerölle ganz besonders auszeichnet, da sie diese Eigenthümlichkeit nur mit der tortonischen (obermiocänen) Nagelfluh von Winkeln und St. Gallen und mit der messinischen (miopliocänen) Nagelfluh der Hörnli-Kette und altersverwandten schweiz. Nagelfluhen gemein haben, ist, dass an den meisten von ihnen Eindrücke von verschiedener Grösse und Tiefe zu sehen sind, welche offenbar durch die benachbarten Gerölle, unter der auflösenden Mitwirkung der überschüssigen Kohlensäure, welche das Flusswasser in seinem Gehalte an doppeltkohlensaurem Kalke besass, bewerkstelligt wurden. — Diese Uetliberg-Nagelfluh nun ist in Zürich von jeher als ein Produkt der ersten Gletscherzeit betrachtet worden, und wir finden diese Ansicht unter Anderem sowohl in der „Uebersicht der Geologie des Kantons Zürich“, von den Herren Professoren Escher von der Linth und Mousson, 1862, Seite 7, als in Herrn Mösch's geologischer Beschreibung des Kantons Aargau, 1867, Seite 247 ausgesprochen, während ihr bis jetzt meines Wissens von keiner Seite widersprochen worden ist.

„In Folge meiner geologischen Untersuchungen im Auslande indessen und speziell in Folge meiner Auffindung eines Normal-Profils von mehr als der Hälfte der Tertiär-Formation am Nordfusse des ligurischen Apennins, eines Normal-Profils, welches eine Menge sonst mehr oder weni-

ger vereinzelter Tertiär-Ablagerungen, so zu sagen, in Reih' und Glied aufweist und daher mit Sicherheit einzureihen erlaubt — bin ich indessen in den letzten Jahren zur Ueberzeugung gelangt, dass jene Ansicht der Escherschen Schule über das Alter unserer Uetliberg-Kuppe eine irrige sei und dass vielmehr die betreffende Nagelfluh einem jetzt wohlbekannten und weit verbreiteten, ächt tertiären und zur gleichen Stufe wie unsere obere Süsswasser-Molasse gehörenden geologischen Niveau entspreche. — Folgendes sind die Gründe, worauf sich meine Ueberzeugung stützt:

„Die Hypothese, dass das Uetliberg-Conglomerat ein Gebild der ersten Gletscherzeit sei, stösst bei näherer Prüfung auf zwei Reihen von Thatsachen, welche mit ihr schlechterdings unvereinbar sind. Für's erste steht die evidente Thatsache, dass diese Nagelfluh das Produkt eines Flusses und zwar eines aus dem Wallenstadter Thale kommenden grossen Flusses ist, bei der genannten Hypothese mit jener anderen Thatsache in unlösbarem Widerspruch, dass zur ersten Eiszeit, und auch im ersten Anfange dieser schon, bei uns die Bodengestaltung bereits die gegenwärtige war. Dass in der That zur ersten Eiszeit unsere Molasse-Thäler schon vorhanden waren, erhellt aus dem Vorkommen typischer erratischer Blöcke mit Kritzen unter der diluvialen oder interglacialen Schieferkohle von Wetzikon, Dürnten und Uznach, wie solches Herr Escher von der Linth für Dürnten, ich für Uznach und zuletzt Herr Messikommer für Wetzikon constatirt haben. Hatten aber zur ersten Eiszeit die Albis-Kette und die Thäler östlich und westlich davon bereits ihr jetziges Relief, so mag man sich die damaligen Gletscher so immens und weltstürmend und die ihnen entströmenden Fluthen so gewaltig vorstellen als man will, man wird bei dieser noch durch keine bestimmten Daten gerechtfertigten Annahme weder das Gesetz der Schwere, welches diese Fluthen und die von ihnen fortgeschobenen Geröllmassen in die Thäler bannt, noch das Gesetz der Gletscheroberfläche-Gestaltung, welches keinen Bach, geschweige denn einen grossen Fluss, auf den Gletschern duldet, vergessen dürfen. Die zunächst liegende Hypothese aber, dass unser Eiszeitfluss eine Geröllmasse, welche vom

Seethal-Niveau bis zur Kuppe des Uetlibergs reichte, gebildet, wäre aus allen möglichen Gründen rein absurd.

„Die zweite Reihe von Thatsachen, welche als mit der alten Annahme unvereinbar erscheinen, bezieht sich auf die Gesteinsbeschaffenheit unserer Uto-Nagelfluh und auf den allmäligen Uebergang dieser nach unten in die Molasse der Albiskette. Wie gesagt, ist ein grosser Theil dieser Nagelfluh, wie die ältere der Voralpen, vollkommen erhärtet und besteht dann ihr Cement aus einem eigentlichen harten Sandstein. Wo aber in aller Welt haben wir aus der ersten Eiszeit ein solches erhärtetes Gestein und wie hätte sich ein solches, in so kurzer Zeit, zu oberst auf einem Berge ausbilden können? Und wenn dieses Conglomerat altdiluvial wäre, müsste es nicht durch eine ganz scharfe, wie gewöhnlich unregelmässige und wellenförmige Grenzlinie, welche der Zeit der Bildung unserer Thäler, d. h. der pliocänen Zeit entspräche, leicht sichtbar von der Molasse getrennt sein? Statt dessen aber bemerkt man gegenwärtig, in der Kiesgrube vor dem neuen Gasthofe, den schönsten allmäligen Uebergang des Conglomerats in die Molasse!

„Kann aber aus allen angeführten Gründen die Uetliberg-Nagelfluh unmöglich der sogenannten Eiszeit angehören, so frägt es sich, welchem der zunächst älteren Niveaux sie entspreche. Hier meine bestimmte Antwort auf diese Frage: Die Forschungen der Paläontologen Gaudry, Gervais, Lartet Vater, Sandberger und Suess haben es mir in der neueren Zeit ermöglicht, an der Hand meiner eigenen stratigraphischen Untersuchungen, namentlich in Oberitalien, einen Horizont in der oberen Hälfte der Tertiär-Formation festzustellen*), der sich kurzweg als derjenige der Eppelsheimer Schichten oder des Dinotherium giganteum (ein riesiges, mit dem Flusspferde verwandtes Säugethier), bezeichnen lässt, welcher s. g. Horizont die durch ihre Artenzahl berühmten Säugethier-Faunen von Eppelsheim bei Mainz, Simore bei

*) Ch. Mayer, Tableau synchronistique des terrains tertiaires supérieurs. — Zurich, 1868.

Auch, Mont-Léberon bei Apt und Pikermi bei Athen geliefert hat, und den Suess zuerst, nach einem darauf stehenden Wiener Palast Belvedere-Schichten, ich aber, der Consequenz halber, Eppelsheimer Schichten benannt habe. Das relative Alter dieser Unter-Abtheilung nun ist ein ganz sicheres: Ueberall bildet sie die obersten Schichten der vorpliocänen Tertiärgebilde und speciell der mio-pliocänen Stufe, welche ich Messinian benannt habe. Bei Mainz lagert sie auf dem Blättersandsteine von Laubenheim, der bekanntlich unserer oberen Molasse entspricht. Im Wiener Becken ruht sie auf den Inzersdorfer Congerien-Schichten, deren Alter nach Sandberger's und meinen paläontologischen Untersuchungen mit demjenigen der oberen Süsswassermolasse genau übereinstimmt. Am Mont-Léberon nimmt sie die oberste Stelle im Profile ein, welches die miocänen helvetische und tortonische Stufen und noch drei darüberfolgende mio-pliocäne Abtheilungen aufweist. Im nördlichen Apennin endlich lagert sie zwischen den Gypsmergeln mit der Flora von Oeningen (Heer, Flora tert. Helvet. 3, Seite 68) und den unterpliocänen blauen Thonen (so zu Cassano bei Tortona und zu Tabliano bei Parma). Diese Eppelsheimer Schichten zeichnen sich aber petrographisch dadurch aus, dass sie aus Sand und Conglomerat bestehen, welchen im Wiener Becken und im Apennin Lignit-Lager oder Schmitzen untergeordnet sind. Im Apennin ist das Conglomerat, gerade wie die Uto-Nagelfluh, bald lose, bald durch Kalksinter leicht verkittet (Stazzano, Cassano), bald durch Sandstein cementirt (Tabbiano) und es hat, in den ersten Fällen, das gleiche löcherige und ruinenhafte Aussehen wie bei uns (Scrivia-Brücke bei Cassano). Die Mächtigkeit dieser Abtheilung ist in der Regel nicht gross, doch erreicht sie bei Tortona 3—400 Fuss und zeugt so für die Dauer der Zeit, während welcher der damalige Po hart am Rande des Apennins geflossen ist. Was liegt nun näher, als unsere Uto-Nagelfluh mit diesem weitverbreiteten und strati- wie petrographisch mit ihm so vollständig übereinstimmenden Niveau von Eppelsheim zu parallelisiren? Diese Parallelisirung löst in der That nach Wunsch alle Schwierigkeiten, welche sich sonst der Erklärung der Bildung dieses Gesteins entgegen-

stellen. Fällt nämlich seine Ablagerung vor der pliocänen Epoche, also vor Entstehung unserer Molasse-Thäler, so ist es ganz natürlich dieselbe in Zusammenhang mit einem der grossen Flüsse der Dinotherium-Zeit zu bringen, welcher Fluss, statt über den Albisrücken, bergauf und bergab, einfach auf dem Rücken der noch horizontalen und noch nicht zu Bergen und Thälern erodirten oberen Süsswasser-Molasse, von Weesen her gegen den Jura floss. Dieser Fluss, der damalige Rhein oder ein Zweig davon, war jedenfalls ungleich grösser und zahmer als unsere Sihl und Limmat und er vermochte daher ganz gut, auf seinem Wege bis zu uns, mittelgrosse Gerölle durch langsames Fortschieben flach zu rollen, was kleinere und wildere Flüsse bekanntlich nur in einem kleinen Verhältnisse thun. Die sammt darunter liegendem losen Conglomerate noch circa 80 Meter mächtige Uto-Nagelfluh bildet also den natürlichen Abschluss der oberen Süsswasser-Molasse (Messinian II) und gehört in der Classifikation unter die Rubrik oberes Messinian (Messinian III).

Herr Prof. Heim erklärte in einer längern Entgegnung die Ansichten des Herrn Prof. Mayer für nicht annehmbar, bis entsprechende Petrefakten aus jener Nagelfluh vorgewiesen werden.

Nachträgliche Bemerkungen von Herrn Prof. Mayer: „1) Die Herren Gaudry und Sandberger unterscheiden nunmehr, nach gewissen Faunen-Charakteren, zwei Niveaux im oberen Messinian, das von Eppelsheim und Mont-Léberon und das von Pikermi. Entsprächen nicht vielleicht das lose Conglomerat der Albis-Höhen dem ersten und die Uto-Nagelfluh dem zweiten Niveau?"
2) Die Thatsache, dass, zur obermessinischen Zeit, ein Alpenfluss, da wo jetzt die Uto-Kuppe sich erhebt, geflossen ist, legt die Idee nahe, dass die Albiskette just diesem Flusse ihre Entstehung verdanke, indem sein zum Theil agglomerirtes und festgewordenes Gerölle der Erosion einen grössern und längeren Widerstand geleistet haben mag, als der Molasse-Letten. Es wäre dies eine sonderbare Consequenz; ein altes Flussbett Ursache der Entstehung eines langen Bergrückens!

3) Das Vorkommen von Moränenüberresten aus der zweiten Gletscherzeit am nördlichen und südlichen Fusse der Uto-Kuppe hat wohl mit zu der Ansicht geführt, dass letztere der ersten Eiszeit angehöre. Dank den Eisenbahneinschnitten und sonstigen Grabungen auf dem Uto ist es indessen, bei einiger Aufmerksamkeit, jetzt leicht die so verschieden alten Gebilde der Uetliberg-Höhe auseinanderzuhalten. Es liegt z. B. auf der Hand, dass die ungeschichteten losen Massen kleiner Gerölle, mit einzelnen kleinen Blöcken, welche unterhalb der Eisenbahn-Station dem Schutte und Schlamme der Moräne beiliegen, nicht zur Uto-Nagelfluh oder zum unteren Uto-Conglomerat mit Molasse-Bänken gehören, sondern diesen vom Gletscher entnommen worden sind. Die obere Grenze des Gletschers scheint übrigens durch die von ihm polirte obere Molasse-Bank der Kiesgrube vor dem neuen Gasthofe angezeigt zu sein. Die Uetliberg-Kuppe ragte darnach, während der höchsten Entwicklung der zweiten Gletscherzeit, inselartig aus dem Eismeere hervor; diess lehrte schon Professor Escher von der Linth."

C. Sitzung vom 5. Juli 1875.

1) Herr Otto Meister von Stäfa wird einstimmig als ordentliches Mitglied in die Gesellschaft aufgenommen.

2) Da Herr Professor Schwarz in Folge Berufung nach Göttingen auf nächsten Herbst Zürich verlässt, so muss ein neues Mitglied in die Commission zur Arrangirung von Vorträgen gewählt werden. — Die Wahl fällt auf Herrn Prof. Viktor Meyer, und da er des Bestimmtesten ablehnt, so wird Herr Prof. Emil Kopp in diese Commission gewählt.

3) Als Abgeordnete an die diessjährige Versammlung schweizerischer Naturforscher in Andermatt werden die Herren Prof. Hermann und Prof. Heim gewählt.

4) Es ist ein Schreiben eingegangen von der „Société impériale des naturalistes de Moskou", in welchem sie anzeigt, dass am 15. October 1875 eine feierliche Sitzung zu Ehren des 50-jährigen Dr.-Jubiläums des Geheimrath und Ritter von Waldheim, ihres gegenwärtigen Präsidenten, stattfinde, um, wenn man es wünsche, einige Worte der Sympathie über-

senden zu können. — Es wird der Herr Präsident beauftragt, zur Zeit ein Beglückwünschungstelegramm zu schicken.

5) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende, seit der letzten Sitzung neueingegangene Bücher vor:

A. Geschenke:

Von Hrn. Dr. Vogler in Wetzikon.

Cherubin d'Orléans. La dioptrique oculaire, fol. Paris 1671.

Von den Herausgebern.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, von Siebold und Kölliker. Bd. XXV. Suppl.-Heft 1.

Von dem Verfasser.

Favaro, Ant. Saggio di cronografia dei matematici dell' antichità. 4. Padova 1875.

Von dem Schweiz. Eisenbahn- und Handelsdepartement.

Geschäftsbericht 3 der Direktion der Gotthardbahn. 4. Zürich 1875.

Kaufmann, J. Der Bau des Gotthardtunnels. 4. Zürich 1875.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Journal of the chemical society. 1874. Dec. 1875. Jan.—April.

Berichte des naturw.-med. Vereines zu Innsbruck. Jhrg. V.

Monatsbericht der k. pr. Akademie. 1875. März.

Oversigt over det K. Danske Videnskabernes selskabs forhandlinger, 1874. 2.

The journal of the R. Geogr. society. Vol. 44.

Verhandlungen des Vereins für naturwiss. Unterhaltung zu Hamburg, 1871—1874.

Bericht über die Senckenbergische naturforsch. Gesellschaft. 1873—74.

Stettiner entomologische Zeitung. 1875. 4—6.

Verhandlungen der phys. medizin. Gesellschaft in Würzburg. N. F. VIII. 3, 4.

Mémoires de la société des sciences phys. et nat. de Bordeaux T. X. 2.

Sitzungsberichte der math.-phys. Classe der k. bayer. Akad. der Wissensch. 1875. 1.

Annuaire de l'académie royale des sciences etc. de Belgique. 1874.

Proceedings of the London mathemat. soc. 79, 80.

C. Von Redactionen:

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1875. 8-12.

D. Anschaffungen:

Young, Th. Miscellaneous works. Ed. by Peacock. 3 vol. London 1853.

Poncelet, J. V. Introduction à la mécanique industrielle. 3me édit. 8. Paris 1870.

Schmidt, J. C. E. Lehrbuch der analytischen Optik. 8. Göttingen 1831.

Dühring, Dr. E. Kritische Geschichte der allg. Principien d. Mechanik. 8. Berlin 1873.

Jahrbuch des Schweiz. Alpenclubs. Jahrg. X.

Goldfuss, Aug. Petrefactæ Germaniæ. Th. 3.

Botanische Abhandlungen. Herausg. von Johs. Hanstein. Bd. II. 4.

Meinicke, L. E. Die Inseln des stillen Oceans. Thl. 1. 8. Leipzig 1875.

Palæontographica. Bd. XX. 8.

La Rive, A. de. Traité d'électricité, T. 3me. 8. Paris 1858.

Baillon, H. Histoire des plantes. T. 1—5. 8. Paris 1867—74.

Loriol, Royer et Tombeck. Description des étages Jurassiques de la Haute-Marne. 4. Paris 1872.

Briot et Bouquet. Théorie des fonctions elliptiques. 2me éd. 4. Paris 1875.

The transactions of the Entomolog. soc. 1874. 5. 1875. 1.

Schweiz. meteor. Beobacht. Tit. z. X. XI, 1. XII. 1.

6) Herr Prof. Weilenmann hält einen Vortrag über ein neues Aneroidbarometer und über die günstigste Zeit für barometrische Höhenmessungen. Derselbe wird später in der Vierteljahrsschrift vollständig mitgetheilt werden.

[A. Weilenmann.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

264) (Forts.). Langsdorf an Horner, Moskau, 1808 IX 24. Dass der Himmel mehrere Tage nach meiner Abreise bitterlich weinte, wissen Sie, so dass wir nur langsam vorrückten, und erst Montags den 22. hier ankamen. . . . . . Es ist schade, dass Sie den Damen die Hand nicht küssen, sonst würde ich Sie bitten, der Mlle. Annette Mollwo in meinem Namen einen recht nachdrücklichen Handkuss zu geben. Versuchen Sie es nur einmal, Sie werden sehen, der Kuss auf eine so schöne Hand schmeckt recht süss. Sagen Sie ihr nur que quoiqu'elle me trouve bien drole, je la trouve bien aimable et charmante. — Und nun bester Freund, leben Sie wohl. Dank, innigsten Dank für Ihr Zutrauen, und Ihre mir geschenkte Freundschaft; meine Empfindungen für Sie werden ewig dieselben bleiben; schenken Sie mir auch ferner Ihre Liebe, und seyen Sie versichert, dass ich keine Gelegenheit versäumen werde, mich Ihnen dienstbereit zu erweisen. Disponiren Sie nur über mich, ich werde alles anwenden um nach Kräften Ihre Wünsche zu erfüllen. Reisen Sie glücklich und leben Sie vergnügt und froh in Ihrem Vaterland.

Langsdorf an Horner, St. Petersburg 1809 IX 23: Das Stillschweigen bester Freund hat lange genug gedauert, es ist nun Zeit es zu unterbrechen. Empfangen Sie meinen herzlichsten Glückwunsch zu ihrer glücklichen Ankunft. Mögen Sie nun recht gesund, heiter und vergnügt ein spätes Alter erreichen. Mögen Sie in Zürich oder in der Nachbarschaft ein schönes Schweizermädchen finden, und so im Umgang mit diesem und Ihren lieben Anverwandten ein recht sorgenfreies Leben führen. — Mir wird dies Loos noch nicht so bald bestimmt. Auf meinem Flug durch Deutschland war die Zeit zu kurz, an so etwas reelles zu denken. — Die Stelle in Heidelberg als Professor der Naturgeschichte mit 100 Louisd'or gefällt mir nicht. Es ist zu wenig geistige ressource daselbst, keine Bibliothek, kein Museum, keine schönen Mädchen, — kurz Schmalhans ist Küchenmeister. Ich will also für's Erste den ewigen Frieden hier in Russland abwarten, und wenn wieder freyer Handel, freye Navigation

zwischen Nationen hergestellt ist, dann will ich es überlegen, ob es jenseits der Weichsel besser sei.

Lindenau an Benzenberg, Seeberg 1811 II 8.*) Wenn auch Ew. Wohlg. gütige Zuschrift d. d. Düsseldorf 1. Febr. 1811 eigentlich einen Tadel für mich enthält, so ist sie mir doch nicht minder erwünscht da sie mir Gelegenheit giebt, in litterarische Verbindung mit Ihnen zu kommen. — Es sollte mir sehr leid thun wenn ich durch die zweifelhafte Aeusserung im Julius 1810 in Hinsicht der Beweiskraft die eine beobachtete Abweichung freifallender Körper für Bewegung der Erde haben kann, Ihnen im mindesten zu nahe getreten sein sollte, und ich eile daher mit vollkommener Offenheit das darzulegen, was mich zu jener Aeusserung veranlasste. — Ihre Voraussetzung dass ich Ihr Werk nicht kenne, ist ungegründet, und über diese Voraussetzung hätte ich wohl Ursache mich zu beschweren, da es für Jemand, der sich seit einigen Jahren hauptsächlich mit Astronomie und Mathematik beschäftigt, eine unverzeihliche Nachlässigkeit wäre, mit so merkwürdigen Versuchen als die Ihrigen waren, ganz unbekannt geblieben zu sein. Anfang 1805 gerade in der Periode wo mir Herr v. Zach zum erstenmal die Redaktion der Mon. Corr. übertragen hatte, erhielt ich Ihr Werk, hatte es durchstudirt, und war eben im Begriff eine davon gemachte Anzeige in der Mon. Corr. abdrucken zu lassen, als Herr v. Zach aus Frankreich zurückkam und den Abdruck meiner Anzeige untersagte. Die missglückten Versuche in Italien schienen Hrn. v. Zach im Ganzen dagegen eingenommen zu haben, wozu noch das kam, dass Letzterer von Horner wissen wollte, auch die von Ew. Wohlg. angestellten Versuche wären unter ungünstigen Umständen gemacht worden. Hr. v. Zach's Meinung influirte allerdings auf die Meinige, dazu kam späterhin die Aeusserung von La Place und dann (Connaiss. des tems 1808, p. 432) eine ähnliche von Delambre; kurz alles vereinigte sich, um mir die Genauigkeit solcher

*) Ist von Lindenau's Hand, also entweder von Benzenberg im Original oder von Lindenau in Copie Horner übersandt worden.

Versuche weit schwieriger und problematischer vorzustellen, als es vielleicht wirklich der Fall ist. So kam es denn, dass, als mich die Anzeige der Mem. di Soc. Ital. auf diesen Gegenstand zurückführte, meine alten Zweifel erwachten, und ich diese etwas zu unbestimmt bloss dem Widerstand der Luft unterlegte, wo ich vielleicht weniger von diesem als vom Luftzug hätte sprechen sollen. Erlauben mir Ew. Wohlg. nun noch die Bitte, Ihren Brief im März-Heft der Mon. Corresp. mit der einzigen Abänderung abdrucken lassen zu dürfen, dass die Stelle wo von meiner Unbekanntschaft mit Ihrem Werke die Rede ist, daraus wegfällt.

Lindenau an Horner, Sternwarte Seeberg 1811 VI 9. Ew. Wohlg. haben mir durch das viele schmeichelhafte und verbindliche, was Ihre gütige Zuschrift für mich enthält, eben so viel Freude gemacht, als es mich schmerzt, ganz ohne mein Wissen und Willen, durch eine etwas zu generelle Aeusserung, Veranlassung an Verdriesslichkeiten für den von mir sehr verehrten Krusenstern geworden zu sein. Ich war eben mit Lesung des erst vor wenig Tagen erhaltenen zweiten Bandes dieser Reise beschäftigt als ich Ihren Brief erhielt und ich bin Ihnen doppelt dafür dankbar da mir leicht durch das Cap. IV zu einigen Aeusserungen hätte Anlass gegeben werden können, die vielleicht abermals in Petersburg eine falsche Deutung erhalten haben würden. Dass Krusensterns grosse Verdienste in Petersburg nicht so allgemein anerkannt werden als sie es verdienen, wurde mir schon früher wahrscheinlich, da sich bei einem Besuche, den ich im vorigen Jahre von dem Admiral Tschitschagoff erhielt, dieser etwas sonderbar hierüber äusserte. — Da ich vor geraumer Zeit hörte, dass Ew. Wohlg. wieder nach Petersburg zurückkehren würden, so nährte ich lebhaft die Hoffnung bei dieser Gelegenheit die Freude zu haben, Ihre persönliche Bekanntschaft zu machen, und es thut mir sehr leid diese wenigstens für diesen Augenblick verschwunden zu sehen. Allein sollte sich jene Rückkehr vielleicht noch künftig realisiren, so bitte ich sehr dass Sie dann den Seeberg nicht übergehen, sondern darinnen wie sonst Ihre Wohnung nehmen mögen . . . . Von Hrn. von Zach, der sich noch immer in

Marseille aufhält, habe ich vor wenigen Tagen Briefe erhalten. Er hat auf seinen dreijährigen Reisen eine Menge interessanter Resultate gesammelt, die wir in seiner Voyage astronomique et géographique erhalten werden. Sollte Ew. Wohlg. vielleicht gelegentlich den ehemals in Meiningen befindlichen Herrn Feer sehen, so bitte ich mich gefälligst in sein gütiges Andenken zurückzurufen.

Lindenau an Horner, Seeberg 1812 IX 12. Mögen Ew. Wohlg. meine so sehr verspätete Antwort auf Ihre gütige Zuschrift vom 24. Febr. a. c. mit meiner erst vor wenig Tagen erfolgten Rückkunft von einer Reise nach Frankreich und Italien gütigst entschuldigen. — Es sollte mir sehr leid thun, wenn eine meiner Aeusserungen gegen Hrn. Prof. Brandes, wo ich mich auf ein früheres Urtheil von Ihnen bezog, irgend zu einem Missverständniss hätte Anlass geben können. Doch Ihr vor mir liegender Brief hat dies in jedem Fall für immer gelöst. Was mir Herr von Zach, als von Ihnen erfahren, über jene Fallversuche sagte, lief, so viel ich mich im Augenblicke zu entsinnen vermag, im Wesentlichen darauf hinaus, dass mehrere Versuche als stark fehlerhaft ganz hätten verworfen werden müssen, und dass überhaupt die Differenz der erhaltenen Resultate zu stark gewesen wäre um daraus einen sichern Beweis für die Umdrehung der Erde herleiten zu können. Repsolds Urtheil (von dem ich mir jedoch weder privatim noch öffentlich einen Gebrauch zu machen erlauben werde), den ich im Januar dieses Jahres selbst in Hamburg darüber sprach, war weit ungünstiger, und ich glaube, dass eine neue öffentliche Discussion des ganzen Gegenstandes für Benzenberg gerade nicht günstig sein würde. Allein sicher werde ich kein Wort mehr über die Sache sagen, die ich nun für völlig beseitigt ansehe, und deren Wiederaufnahme nur zu Herbeiführung eines ganz nutzlosen literarischen Streites führen könnte. Dass meine individuelle Ueberzeugung mir alle heutigen Fallversuche als unzureichend ansehen lässt, das will ich nicht bergen. — Mein früherer Reiseplan, worinnen Zürich durch den Wunsch Ew. Wohlg. Bekanntschaft zu machen wesentlich lag, musste leider abgeändert und so jener Wunsch aufgegeben werden. Zu lange

hatte ich mich in Italien verweilt um mir noch eine Schweizerreise erlauben zu dürfen, und so habe ich nur den östlichsten Theil Ihres Vaterlandes durchflogen. Allein erlauben es die Umstände nur irgend, so mache ich in den nächsten Jahren eine kleine Schweizerreise, zu deren Zwecken auch das Vergnügen gehört Sie sehen und sprechen zu können. Von Prof. Brandes habe ich in diesen Tagen einen Brief nebst einer interessanten Abhandlung über Theorie der Cometenschweife erhalten.

Lindenau an Horner, Seeberg 1814 IX 21. Mit Recht werden mich Ew. Wohlg. für einen höchst nachlässigen Correspondenten halten, und da ich als solcher nicht gerne in Ihren Augen erscheinen möchte, so eile ich mich nun wegen Verspätung meiner Antwort zu rechtfertigen. Die Zeitumstände hatten mich zu Ende des vorigen Jahres veranlasst für die Dauer des vergangenen Feldzugs in's Militär einzutreten. In Paris hatte ich das Unglück gefährlich verwundet zu werden, und so kam es dass ich Ihren ersten Brief erst im Juli in Paris (wo ich noch nicht schreiben konnte) und Ihren zweiten hier bei meiner zu Anfang dieses Monats erfolgten Rückkunft erhielt. Jetzt eile ich meinen alten astronomischen Lebenswandel wieder zu beginnen und besonders auch meine literarische Correspondenz zu erneuern. Die Mon.-Corresp. ist für das Jahr 1813—14 unterbrochen worden, allein mit dem 1. Jan. 1815 soll wieder deren Fortsetzung erscheinen, zu der ich mich ganz besonders Ihre gütige Beihülfe erbitte, so wie ich Sie jetzt um die Erlaubniss ersuche Ihre beiden so reichhaltigen Briefe darinnen abdrucken lassen zu dürfen. — Dass meine bei Gelegenheit von Wahlenbergs Schrift gemachten Bemerkungen über Barometer-Messungen die Veranlassung zu Ihren mir so interessanten Zuschriften geworden sind, freut mich lebhaft; allein ebenso lebhaft würde es mir leid thun, wenn jene Bemerkungen Ihnen glauben liessen, als wollte ich meinem Barometer-Coefficienten auf Unkosten des Ihrigen den mindesten Vorzug einräumen. Einmal bin ich noch gar nicht abgeneigt zu glauben dass eine so ganz eigenthümliche Localität wie die der Schweitz wohl auch etwas eigenthümliches in ihrer atmosphärischen Constitution haben

könne, wodurch der Barometer-Coefficient modificirt werde; dann will ich es aber auch gar nicht läugnen, dass ich früher zu meinem Coefficienten eine grössere Zuversicht hatte, als dies gegenwärtig der Fall ist, wo mich Notizen allerlei Art gegen die, auf jene Bestimmung allerdings wesentlich influirenden Barometer-Beobachtungen auf dem Pic de Bigorre misstrauisch gemacht haben. Da ich, veranlasst durch fremde und eigene Erfahrung ganz dem beistimme, was Ew. Wohlg. über die Unsicherheit der trigonometrischen Höhenbestimmungen sagen, von denen, rechtmässiger Weise, zur vorliegenden Untersuchung nur solche benutzt werden sollten, die auf correspondirenden Beobachtungen (wo Refraction eliminirt ist), beruhen, so wäre ich allerdings sehr geneigt, dem Biot'schen Coefficienten vor allen andern den Vorzug zu geben, schien es mir nicht, dass man durch diese Ausschliessung directer Erfahrungen in unserer atmosphärischen Constitution eine Regelmässigkeit voraussetze, die höchst wahrscheinlich in diesem mobilen, von allen terrestrischen Localitäten so wesentlich abhängigen Fluido nicht stattfindet. Ich gestehe, dass mich diese Unsicherheit früherhin zu dem Plan veranlasst hatte, einmal mit guten Instrumenten versehen einen längern Aufenthalt in der Schweiz zu machen, um dort über Barometer-Coefficienten, Wärme-Abnahme, Horizontal-Refractionen etc. Erfahrungen zu sammeln. Doch Ew. Wohlgeb. nunmehriger Aufenthalt in Zürich lässt mich nun die erwünschten Aufklärungen hierüber besser von Ihnen erwarten. (Forts. f.)

[R. Wolf].

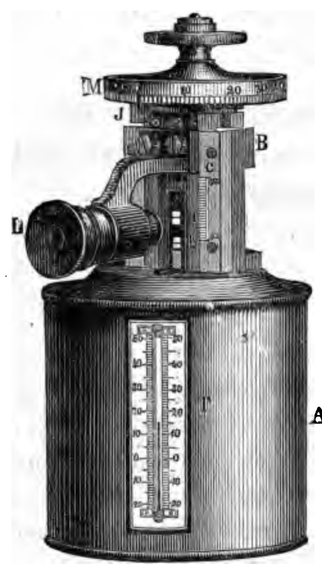
Ueber ein abgeändertes Aneroidbarometer und Beziehung zwischen Luftdruck, Temperatur und Höhe in der Atmosphäre

von

Prof. **A. Weilenmann.**

Ich habe im Jahrgange 1872 dieser Vierteljahrsschrift einen Abänderungsvorschlag des Goldschmid'schen Aneroidbarometers gemacht, von dem ich eine wesentlichere Genauigkeit und eine grössere Constanz der Correctionen erwartete, als bei den frühern Constructionen. Seither ist diese Idee ausgeführt worden, und ich habe im Laufe des verflossenen Jahres ein Instrument dieser Art auf's eingehendste geprüft und werde in Folgendem die vielleicht nicht uninteressanten Untersuchungen und Ergebnisse mittheilen.

Herr Goldschmid führte zuerst das Instrument wirklich in der im vorigen Jahrgange angegebenen Weise aus. Es zeigte sich aber eine Unbequemlichkeit bei diesem, die es für Reisen nahezu untauglich gemacht hätte; es musste nämlich mittels einer Libelle sorgfältig horizontal gestellt werden, um richtige Ablesungen zu erhalten. Diesem Uebelstande wurde dadurch gründlich abgeholfen, dass das Ablesemikroscop und Mikrometer nicht an der Seitenwand, sondern mitten auf der obern Fläche des Büchsengehäuses angebracht wurde. Es erhielt dadurch allerdings eine grössere Höhe, ist aber immerhin noch ein sehr bequem



transportables Instrument. Dasselbe besitzt demnach jetzt folgende Construction:

Es stehen fünf bis sechs Goldschmid'sche kreisrunde Büchsen senkrecht über einander in einem Gehäuse A. Auf der obersten ist ein senkrechter Metallstab a festgelöthet, sowie auch die Büchsen fest zusammen gelöthet sind. Am obern Ende trägt a einen feinen horizontalen Strich, welcher sich durch die Ausdehnung der Büchsen oder durch Zusammenziehen hebt oder senkt. Diese Hebung oder Senkung wird durch ein Ablesemikroscop L bestimmt, das mit einem Fadenkreuz versehen ist, und sich mittelst der Mikrometerschraube Mm in auf der Mitte des obern Bodens stehenden Coulissen verschieben lässt, bis das Fadenkreuz genau mit der Marke übereinstimmt. An einer auf der Coulisse angebrachten Scale c können die ganzen Schraubengänge, auf der Trommel der Schraube die Hundertstelumgänge direkt abgelesen und die Tausendstel noch leicht geschätzt werden. Da durch Erschütterungen, beim Demontiren der Schraube behufs der Reinigung, das Mikroscop seine Lage verändern kann, so ist auf dem Boden f in der gleichen Verticalen mit der Marke a ein mit einem fixen Strich b versehener Stab angebracht, und durch Einstellung auf diesen kann man sich jederzeit leicht von einer allfälligen Lagenänderung des Mikroscopes überzeugen. Endlich ist am Gehäuse zur

Bestimmung der Temperatur ein Thermometer T angebracht.

Die Beobachtung ist, wenn ich den Vergleich aussprechen darf, ganz ähnlich wie beim Meridiankreise, wo mittelst des Quecksilberhorizontes der Nadirpunkt bestimmt und dann durch das Ablesemikroscop die Zenitdistanzen der Sterne ermittelt werden.

Das so construirte Barometer hat folgende Vortheile gegenüber den frühern, bei gleich scharfer Ablesung:

Gar keine Hebelübersetzung, demnach keine Abnutzung von Charnieren. Die Büchsen sind total frei, und in Folge dessen ihre Einstellung bei Aenderung des Luftdruckes sozusagen momentan, so dass kein Klopfen am Instrumente nöthig ist, wie bei andern Barometern.

Die Nullpunktveränderung kann jederzeit bestimmt werden, was bei den andern, wo Abnutzungen der Mikrometerschraubenspitzen oder anderer Theile vorkommen, nicht möglich ist. Natürlich, wenn das ganze Instrument auseinander genommen worden ist, so ist eine neue Vergleichung mit einem Normalbarometer nöthig, wie selbst bei einem Fortin. Dagegen kann das ganze Mikrometer mit Ausnahme der Marke, ohne eine neue Vergleichung nöthig zu machen, jederzeit, selbst auf Reisen, behufs allfälliger Reinigung von Staub, ohne weiteres demontirt werden. Es können also höchstens Veränderungen vorkommen in Folge wirklicher Veränderung der Büchsen.

Der noch sicherern Unveränderlichkeit wegen, würde ich allerdings wünschen, dass die Büchsen auf dem untern Boden des Gehäuses, die feste Marke auf dem obern Boden und dieser selbst am Gehäuse festgelöthet wären, statt

bloss festgeschraubt, wenn diess nicht bei allfälligen Reparaturen der Büchsen zu grosse Schwierigkeiten bieten würde. Bis jetzt habe ich freilich noch keinen Nachtheil der Haftschrauben verspürt.

Endlich ist die Theorie eines solchen Instrumentes einfacher und sicherer als die der andern, weil nichts als die Büchsen zu berücksichtigen sind. Namentlich lässt sich, wie wir sogleich sehen werden, der Einfluss der Temperatur leichter übersehen und in Rechnung bringen.

Gehen wir zunächst zur Ableitung der Beziehungen zwischen dem Barometerstande und den Hebungen und Senkungen der Büchsen über. Die gewellten Oberflächen biegen sich so lange bis die Elasticität dem verticalen Drucke das Gleichgewicht hält. Jedenfalls kann mit Sicherheit angenommen werden, dass wenn die Flächen unter dem Drucke sich biegen, bei der Festigkeit des Bleches nur eine Senkung oder Hebung dadurch entstehen kann, dass die Wellen durch Biegung in den Wellenbergen und Thälern sich verflachen oder zusammenziehen, dass aber der Umfang einer Welle immer derselbe bleibt, weil sonst im Gegentheil ein wirkliches, sehr unwahrscheinliches, Auseinanderreissen der Blechatome stattfinden müsste. Hieraus ergibt sich, dass sich jedes Theilchen vertical heben oder senken muss unter einem gleichmässig vertheilten verticalen Drucke.

Es sei P der verticale Druck auf die Flächeneinheit der Ebene, unter welchem ein Theil $\Delta\chi$ der Fläche zwischen zwei Wellenthälern steht, wenn die Fläche horizontal ist, d. h. wenn die untersten Partieen der Wellenthäler in einer Ebene liegen, p der Druck bei einer Senkung h unter dieses Normalniveau.

Die diese Senkung bewirkende Kraft für $\Delta\chi$ ist dann offenbar $(p-P)\,\Delta\chi$. Irgend ein $\Delta\chi$ senke sich bis $\Delta\varsigma$ und der Winkel zwischen $\Delta\chi$ und $\Delta\varsigma$ sei α. Die dadurch in der Richtung $\Delta\varsigma$ entstehende elastische Kraft sei E. Von dieser fallen die horizontalen Componenten, als nur eine Veränderung der Ringdurchmesser bewirkend, nach dem oben erwähnten ausser Betracht, und es bleibt noch die verticale Componente $E \sin\alpha$. Wir haben also

$$1) \qquad (p-P)\,\Delta\chi = E \sin\alpha$$

Die elastische Kraft E wird schon einen bestimmten Betrag E_0 haben in horizontaler Lage der Wellenflächen. Den neu hinzutretenden Theil bei der Einbiegung können wir jedenfalls mit genügender Genauigkeit der Höhendifferenz Δh zweier benachbarter Wellenthäler proportional setzen und bekommen

$$E = E_0 + \varepsilon \,.\, \Delta h$$

Ist aber $\Delta\chi$ der Abstand zweier benachbarter Wellenberge in horizontaler Lage, so ist

$$\Delta h = \Delta\chi \,.\, \operatorname{tg}\alpha$$

folglich

$$2) \qquad E = E_0 + \varepsilon \,.\, \Delta\chi \,.\, \operatorname{tg}\alpha$$

Somit ist

$$3) \qquad p - P = \left(\frac{E_0}{\Delta\chi} + \varepsilon \operatorname{tg}\alpha\right) \sin\alpha$$

Da der Winkel α nur klein ist, so können wir uns jedenfalls mit den 3. Potenzen von $\operatorname{tg}\alpha$ begnügen und setzen

$$\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha \left(1 - \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2\alpha\right)$$

also

$$4)\qquad p - P = \frac{E_0}{\Delta\chi}\operatorname{tg}\alpha + \varepsilon\operatorname{tg}^2\alpha - \frac{E_0}{2\Delta\chi}\operatorname{tg}^3\alpha$$

Der Neigungswinkel hängt also einzig von dem gleichmässigen Druck p ab und ist somit konstant. Wenn also h die Senkung der Flächenmitte bezeichnet, und r den Büchsenradius

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{r}$$

Befinden sich $2n$-Büchsen über einander und ist H die Totalsenkung, so ist

$$h = \frac{H}{2n}$$

Setzen wir also

$$\frac{E_0}{2rn\Delta\chi} = \zeta \qquad \frac{\varepsilon}{4r^2n^2} = \eta$$

so haben wir mit genügender Näherung, selbst wenn nicht alle Büchsenflächen gleich eingesenkt sind:

$$5)\qquad p = P + \zeta H + \eta H^2 - \frac{\zeta}{8n^2r^2}H^3$$

für die Beziehung zwischen dem Barometerstande p und der Senkung H.

Ist die Ablesung a gemacht worden und A diejenige für den horizontalen Stand der Oberfläche, so ist:

$$H = a - A$$

folglich

$$6)\qquad p = P + \zeta(a - A) + \eta(a - A)^2 - \frac{\zeta}{8n^2r^2}(a - A)^3$$

Es sind also im Ganzen 4 Unbekannte zu bestimmen, abhängend von dem Material, dem Durchmesser, der Wellenlänge und dem Drucke in horizontaler Lage der Flächen.

Einfluss der Temperatur.

Bei einer Temperaturveränderung äussern sich zwei Kräfte. Da die Büchsenoberfläche grösser ist als nur dem Umfange entsprechend, so dehnt sie sich zu viel aus und es entsteht in Folge dessen eine Senkung. Im Innern der Büchsen befindet sich aber noch mehr oder weniger Luft, welche durch mit der Temperaturerhöhung vermehrter Spannkraft jener Senkung entgegen wirkt. Während aber die erste Kraft augenscheinlich constant ist, nimmt die letztere der Temperatur proportional zu. Wenn also vielleicht im Anfange die erstere grösser war, so kann nachher Gleichgewicht eintreten, und endlich durch das Uebergewicht der letztern eine Hebung statt der Senkung eintreten. Wenn die Büchsen nicht convex gekrümmt, sondern, wie es bei den guten Instrumenten der Fall sein muss, etwas einwärts gebogen sind, so dass sie bei den tiefsten Barometerständen höchstens horizontal werden (was schon der Fall ist, wenn die Einsenkung jeder Fläche nur $0{,}5^{mm}$ bei 800^{mm} Luftdruck beträgt, und auch daran erkennbar ist, dass der Werth eines Aneroidtheiles in Millimetern Quecksilber mit der Abnahme des Luftdruckes geringer wird oder nahe constant bleibt), so wird eine Erwärmung und Ausdehnung der Büchsen immer eine Senkung der Bodenflächen wegen dem auf ihnen lastenden Luftgewichte und keine Steigung zur Folge haben. Die Kraft mit der die Ausdehnung und folglich die Senkung stattfindet wird innerhalb der vorkommenden Temperaturgrenzen immer dieselbe sein. Setzen wir dieselbe gleich K_0. Dieser Kraft wiedersteht aber bei einer Temperatur t der Druck der innern Luft, wenn die Kräfte bei 0^0 immer als im Gleichgewichte stehend angenommen werden,

$$p' = \frac{R}{v} t$$

wo R eine Constante, v das Volumen des Büchsenhohlraumes ist. Letzteres kann bei dem geringen Wege, welchen die Bodenflächen überhaupt machen, als constant angesehen werden, und wenn k_1 eine Constante bedeutet, so ist

$$p' = k_1 t$$

Der Druck, mit welchem sich die Flächen zu senken bestreben, ist also

$$k = k_0 - k_1 t$$

und demnach die scheinbare Luftdruckvermehrung für die unendlich kleine Erwärmung dt

7) $$dp = (k_0 - k_1 t)\, dt - k_1\, dt$$

Das letzte Glied rührt von der Spannkraftvermehrung der innern Luft her.

Hieraus ergibt sich durch Integration:

8) $$p = p_0 + mt - nt^2$$

wenn gesetzt wird:

$$m = k_0 - k_1 \qquad n = \frac{k_1}{2}$$

und p_0 den Druck bei 0^0 bezeichnet.

Ferner ist offenbar:

9) $$dH = \frac{dH}{dp} . dp$$

$\frac{dH}{dp}$ ist offenbar nichts anderes als der Werth eines Millimeters Quecksilber in Aneroidtheilen ausgedrückt und kann für die Schwankungen innerhalb der Temperatur-

grenzen als constant angesehen werden. Unter dieser Annahme wird für

$$\frac{dH}{dp} = \mu$$

10) $$H = H_0 + \mu (mt - nt^2)$$

und wir haben somit

11 a) $$H_0 = H - \mu (mt - nt^2)$$

oder auch

11 b) $$a_0 = a - \mu (mt - nt^2) = a - \Delta a$$

Folglich wird dann

12) $$p_0 = P + \xi (a_0 - A) + \eta (a_0 - A)^2 - \frac{\xi}{8n^2 r^2} (a_0 - A)^3$$

Wir erhalten also zunächst folgende für dieses Aneroidbarometer und die ohne Hebelübersetzung wichtige Sätze:

Die Temperaturcorrection bildet mit der Temperatur als Ordinate eine Parabel für denselben Barometerstand.

Die Temperaturcorrection der Ablesung ist in Millimetern Quecksilber ausgedrückt, mit grosser Annäherung jederzeit dieselbe, ändert sich also dem reciproken Werth einer Mikrometereinheit proportional.

Dieser Satz gilt wie leicht zu sehen auch für ein Büchsensystem. Die experimentelle Bestätigung werden wir in den später folgenden Versuchsreihen finden.

Constructionsbedingungen.

Aus der theoretischen Untersuchung ergeben sich folgende Bedingungen für möglichst zweckmässige Construction der Instrumente:

1. Die Büchsen sollen so beschaffen sein, dass nach dem Auspumpen der nöthigen Luft die

Oberflächen in unsern Höhen ein wenig eingebogen sind. Dann ist der Einfluss von ηh^3 nahezu Null, der Werth des Mikrometertheiles nahezu constant, und die Temperaturcorrectionen bei allen Barometerständen dieselben.

2) Durch Veränderung der Menge der in den Büchsen restirenden Luft kann der Scheitel der Parabel auf verschiedene Temperaturen verlegt werden. Ist derselbe zu weit von den gewöhnlich vorkommenden Temperaturen entfernt, so geht die Temperaturcurve zu steil, und die Correctionen werden zu gross. Ist derselbe gerade mitten in den gewöhnlichen Temperaturen, so haben wir den Nachtheil, dass die wirkenden Kräfte sich beständig um den Vorrang streiten und so etwas grössere Unregelmässigkeiten erzeugen können als weiter entfernt, wo die eine der Kräfte entschieden das Uebergewicht hat. Deshalb halte ich es, trotzdem in letzt genanntem Falle die Correctionen kleiner sind, für besser, wenn der Scheitel gerade an das eine Ende der gewöhnlich vorkommenden Temperaturen verlegt wird.

Ich will hiebei gleich noch folgende Regeln für anderweitige Constructionen beifügen:

3) Die Mikrometerschraube muss am untern Ende flach gewölbt sein, und auf einer ganz ebenen glasharten Stahlfläche ruhen.

4) Die Büchsen müssen möglichst parallel auf einander gelöthet, und sehr fest am Boden des Gehäuses befestigt sein und dürfen sich nicht allzu dicht über einander befinden, damit sie beim höchsten vorkommenden Barometerstande sich nicht berühren. Ferner soll das Gehäuse so hoch

sein, dass beim tiefsten Barometerstande, den man erreichen will, die Büchsen noch nicht oben anstossen.

5) Die bewegliche Marke soll sich möglichst senkrecht bewegen, so dass sie unter der Luftpumpe und senkrechtem Stande des Instrumentes bei jedem Luftdrucke durch das Mikroscop auch gut einstellbar ist.

Dass natürlich beim Schneiden der Mikrometerschraube die grösste Sorgfalt angewendet werden muss, dass alle unbeweglichen Theile sehr fest unter einander verbunden sind und eine sichere Festigkeit haben müssen, versteht sich von selbst.

Durch die Pressungen der Oberflächenwellen werden im Innern des Metalles Spannungen entstehen. Diese äussern sich auf zweierlei Art. Wenn das neue Instrument erwärmt und wieder abgekühlt wird, so kehrt es nicht mehr auf den frühern Stand zurück, sondern die Büchsen gehen zusammen.

Dasselbe geschieht, wenn der Luftdruck vermehrt und wieder vermindert wird. Die Spannungen vermindern sich und die Büchsen werden nachgiebiger.

Es müssen also, bevor eine definitive Temperaturcorrectionsbestimmung oder eine definitive Scalenbestimmung vorgenommen wird, dieselben provisorisch so lange vorgenommen werden, bis man bei der Rückkehr zum Anfangszustande die ursprünglichen Werthe wieder erhält. Natürlich sollen bei beiden gewisse Grenzen nicht überschritten werden. Diese mögen bei der Temperatur $+ 40^{\circ}$ und $- 10^{\circ}$, bei dem Luftdrucke 790^{mm} und 550^{mm}, höchstens 500^{mm} sein.

Innerhalb dieser Grenzen bekommt man nach einer grössern oder geringern Anzahl provisorischer Versuchsreihen auf und abwärts gehend dieselben Resultate. Geht man zu noch tiefern Barometerständen, so wird sich meist eine, wenn auch nicht für immer bleibende, Veränderung von ein bis zwei Millimeter zeigen. Vielleicht könnte auch diese bei genügend grosser Anzahl Versuchsreihen schliesslich nach langer Geduldprobe beseitigt werden. Da jedoch über die angeführten Grenzen hinaus Beobachtungen überhaupt, und namentlich solche, bei denen es sich um den Zehntelmillimeter handelt, selten vorkommen, so dürfte die Ausdehnung, welche die eines gewöhnlichen Fortin übersteigt, vollkommen genügend sein, und sollte für Fälle, wo man in ausnahmsweise grosse Höhen gelangt, ein einfacheres Instrument benutzen.

Wird das Instrument, sei es zur Scalenbestimmung oder sonst unter der Luftpumpe behandelt, so ist es sehr zweckmässig, die Druckänderung nur sehr langsam vor sich gehen zu lassen, um ein Reissen der Büchsen zu vermeiden, und die Aenderung eher dem Bergsteigen conform zu machen.

Es sind schon einige dieser Instrumente von Herrn Goldschmid ausgeführt worden, wovon das erste in meinen Händen ist, und mit dem die meisten Beobachtungen ausgeführt worden sind. Da eine Mikroscopablesung immer eine gewisse Helligkeit erfordert, so hatten wir den Gedanken, durch Anwendung von Elfenbeinstäben als Träger der festen und beweglichen Marke die Einstellung zu erleichtern. Es scheint aber, dass die Veränderungen dieses organischen Stoffes zu unregelmässig sind, denn eine Unregelmässigkeit von 0,02^{mm} in absoluter Länge bedingt schon 1^{mm} Unregelmässigkeit in der Angabe des Luft-

druckes. Wenigstens hat sich bis jetzt ein auf der hiesigen Sternwarte befindliches Instrument mit Markenträgern aus Elfenbein durchaus nicht bewährt. Ich möchte desshalb metallene Markenträger angewandt wissen, von denen der bewegliche fest mit der obersten Büchse verlöthet ist und höchstens ganz kleine eingeschobene Elfenbeinstückchen zulassen, obgleich ich sie eigentlich nicht für dringend nothwendig halte. Mein Instrument zeigt, dass die Metallmarken genügend Licht bei Tage sowohl als bei Nacht erhalten und sich sehr gut bewähren.

Versuchsresultate.

Die Gleichung 12 kann geschrieben werden:

$$
13) \quad \begin{cases} p = x + y a_0 + z a_0^2 + t a_0^3 \\ \text{wobei} \\ x = P - \zeta A + \eta A^2 + \frac{\zeta}{8n^2r^2} A^3 \\ y = \zeta - 2\eta A^2 - \frac{3}{8n^2r^2} \zeta A^2 \\ z = \eta + \frac{3}{8n^2r^2} \zeta A \\ t = - \frac{\zeta}{8n^2r^2} \end{cases}
$$

Werden die Constanten x, y, z, t auf gewöhnliche Art mittels der Versuchsreihen bestimmt, so können alsdann leicht die andern Unbekannten η, A, ζ, P daraus ermittelt werden, sofern man sie zu kennen wünscht.

Was die Temperaturcorrection betrifft, so wird man durch eine vorläufige Versuchsreihe bei gewöhnlichem Luftdrucke den Werth eines Scalentheiles in dieser Region bestimmen. Hierauf wird das Instrument in geeigneter Weise verschiedenen Temperaturen ausgesetzt und die

Veränderung in Scalentheilen bestimmt. Sehr praktisch ist hiezu ein von Herrn Goldschmid angewandter Blechkasten mit doppelten Wänden, zwischen welche Wasser gegossen werden kann.

Durch Erwärmung mittelst grössern oder kleinern Petroleum-, Spiritus- oder Gasflammen kann das Wasser beliebig lange auf derselben Temperatur erhalten werden, und so die Aenderungen mit Sorgfalt bestimmt werden. Die vordere Wand ist mit einer entfernbaren Glasscheibe geschlossen. Für tiefere Temperaturen kann der Raum zwischen den Wänden mit einer Kältemischung von Kochsalz und Schnee oder Eis gefüllt werden. Natürlich muss bei jeder Beobachtung der zugehörige Barometerstand notirt und die Normalmarke abgelesen werden. Die so erhaltenen Correctionen werden in Quecksilbermillimeter umgewandelt. Mittelst der Methode der kleinsten Quadrate, oder mit mehr als genügender Genauigkeit graphisch werden alsdann die Normalcorrectionen in Millimetern Quecksilber bestimmt, und nachher für die verschiedenen Barometerstände in Scalentheilen berechnet und die betreffenden Correctionen an die Ablesung unmittelbar angebracht.

Einfacher ist es jedoch, wenn die Correction erst an dem erhaltenen Barometerstande angebracht wird. Wir fanden nämlich:

$$p = p_0 + (mt - nt^2)$$

folglich

$$14)\quad p_0 = P + \zeta(a - A) + \eta(a - A)^2 - \frac{\zeta}{8n^2r^2}(a - A)^3 - \Delta p$$

wenn

$$15)\quad \Delta p = mt - nt^2$$

die Temperaturcorrection und a die bei der Temperatur t gemachte Ablesung bedeutet.

Die Constanten x, y, z, t und folglich auch η, ζ, A, P werden dann wie in Gleichung 13 ermittelt, wo an Stelle des a_0 einfach a gesetzt wird.

a. Temperaturversuche.

Ich werde zuerst die Versuche mittheilen, die ich mit meinem eigenen Instrumente gemacht habe, und bemerke, dass dieses zuerst die früher angegebene Form hatte und erst Ende März 1874 abgeändert wurde. Ein Theil der Beobachtungen ist in der ersten, ein anderer in der zweiten Form gemacht worden. Es hat diess aber, da es hiebei nur auf Differenzbeobachtungen ankommt, keinen Einfluss. Es kann die Constructionsänderung nur als eine constante Veränderung der Normalmarke angesehen werden, und somit die ganze Beobachtung auf denselben Nullpunkt gebracht werden.

Die Theilung der Scale geht von oben nach unten, um für zunehmenden Luftdruck wachsende Ablesungen zu erhalten. Als Einheit der mikrometrischen Ablesung nehme ich den Zehntelschraubenumgang, der circa $0{,}025^{mm}$ hoch ist. Nun wird eine fixe ganze Zahl, die in der Nähe der Markenablesung liegt, als ideelle Marke angenommen, und der Unterschied zwischen dieser Zahl und der wirklichen Markenablesung addirt, wenn letztere kleiner ist, subtrahirt wenn sie grösser ist. An meinem Instrumente nehme ich jetzt z. B. 400 als Nullpunkt an und lese bei der Marke meistens 398,82 ab, also ist die an der Ablesung der beweglichen Marke anzubringende Correction $+$ 1,18.

Dass im Anfange bei Erwärmungen eine Senkung der Büchsen, d. h. eine Abnahme der Spannung vorkommt, zeigt sich aus folgendem Beispiele. Den 30. Nov. 1873 war Mittags 2 Uhr der Stand des Fortin bei 0° 719,86^{mm} und nach der später angefertigten Reductionsscale die Angabe des Aneroid 719,16^{mm} auf 0° reducirt; also eine Differenz von 0,70^{mm}. Dann wurde das Instrument erwärmt bis 52°, und es stand hierauf den 1. Dez. Morgens 8 Uhr, nachdem es wieder auf die Zimmertemperatur zurückgegangen, das Aneroid nach der gleichen Reductionstabelle nur noch um 0,20^{mm} tiefer; also ergab sich eine Senkung der Büchsen um 0,5 Quecksilbermillimeter = 0,006 Höhenmillimeter. Aehnliche Ergebnisse zeigten sich bei andern Instrumenten. So brachte ich das zweite angefertigte Instrument den 15. März ebenfalls in die Wärme bis zu 50°. Kurz vorher stand das Fortin auf 729,50^{mm}, das Aneroid auf 609,30 bei 13,0°. Nach seiner Wiederabkühlung zeigte den 16. März um 7 Uhr Morgens Fortin 729,71 und das Aneroid bei 13,0° jetzt 609,90. Ein Aneroidtheil war nahe ein Millimeter, also betrug die Senkung 0,4^{mm} Quecksilber = 0,01^{mm} wirklicher Werth u. s. f.

Bei jeder folgenden Erwärmung wird aber der Unterschied geringer und verschwindet zuletzt, und alsdann können die definitiven Bestimmungen vorgenommen werden.

Ich erhielt schliesslich folgende Versuchsreihen:

b_0 soll den auf 0° reducirten Stand des Fortin bedeuten, auf welchen alle Beobachtungen einer Reihe bezogen sind, t die Temperatur des Aneroid, β den Werth eines Aneroidtheiles in Millimetern, σ den hier auf das abgeänderte Instrument reducirten Stand des Aneroid und Σ den auf 0° reducirten Stand.

Der Gesammtheit der Beobachtungen entspricht eine Parabel, deren Scheitel bei + 4° liegt und von dem der Brennpunkt um 0,90 Scalentheile absteht, wenn 0,1 Scalentheil und 1° denselben Coordinatenwerth haben und demnach die Correction:

16) $$\Delta a = -\frac{(t-4)^2}{360} + 0{,}044$$

oder

16a) $$\Delta p = -\frac{(t-4)^2}{180} + 0{,}088 \text{ Millimeter.}$$

I. Versuchsreihe den 22.—24. März 1874.

$b = 727{,}00$ $\beta = 2{,}02^{mm}$ $\mu = 0{,}50$

t	σ	Σ	t	σ	Σ
17,0	294,64	295,09	28,6	293,54	295,18
18,0	294,56	295,08	30,5	293,30	295,22
19,8	294,41	295,06	32,5	293,00	295,22
20,8	294,35	295,09	33,6	292,85	295,24
23,0	294,19	295,16	34,0	292,82	295,28
24,2	294,06	295,16	35,5	292,45	295,17
24,4	293,96	295,08	37,5	292,05	295,13
24,6	294,06	295,21	38,5	291,89	295,16
25,2	293,88	295,09	41,0	291,39	295,15
26,0	293,88	295,21	41,7	291,29	295,20
26,3	293,79	295,10	42,0	291,11	295,08
27,5	293,59	295,07			

II. Versuchsreihe den 25. März 1874.

$b = 727{,}00$ $\beta = 2{,}02^{mm}$ $\mu = 0{,}50$

t	σ	Σ	t	σ	Σ
14,5	294,81	295,09	28,0	293,65	295,20
19,0	294,74	295,33	29,2	293,52	295,25
19,8	294,57	295,22	29,3	293,36	295,10
22,7	294,37	295,31	30,0	293,35	295,20
24,7	294,06	295,22	32,8	293,05	295,32
25,4	293,93	295,16	35,5	292,58	295,30
26,0	293,85	295,15	38,0	292,05	295,22
26,5	293,79	295,15	41,7	291,29	295,25

III. Versuchsreihe den 27. bis 29. April 1874.

$b_0 = 727{,}00 \qquad \beta = 2{,}02^{mm} \qquad \mu = 0{,}50$

t	σ	Σ	t	σ	Σ
3,3	295,12	295,08	13,5	295,02	295,24
5,2	295,23	295,19	15,1	294,89	295,21
6,0	295,19	295,16	16,4	294,74	295,15
7,5	295,14	295,13	17,2	294,71	295,17
8,2	295,14	295,14	18,0	294,67	295,19
11,3	295,11	295,21	18,7	294,67	295,24
12,3	295,03	295,18	21,0	294,49	295,25
12,8	294,94	295,12	22,8	294,30	295,25

IV. Versuchsreihe den 30. April 1874.

$b_0 = 727{,}00 \qquad \beta = 2{,}02^{mm} \qquad \mu = 0{,}50$

t	σ	Σ	t	σ	Σ
2,3	295,15	295,12	13,0	294,95	295,14
5,1	295,21	295,17	14,4	294,87	295,14
7,0	295,18	295,16	15,0	294,91	295,22
9,0	295,14	295,16	16,6	294,83	295,25

Die Uebereinstimmung ist bei den verschiedensten Temperaturen so gut als man sie verlangen kann. Wir erhalten demnach folgende Reductionstabelle in Millimetern Quecksilber und Aneroidtheilen von 0° bis 40°, letztere bei 725mm Luftdruck:

t	$-\Delta p$	$-\Delta a$	t	$-\Delta p$	$-\Delta a$	t	$-\Delta p$	$-\Delta a$
0°	0,00	0,00	8°	+0,00	+0,00	16°	+0,76	+0,38
1	—0,04	—0,02	9	+0,04	+0,02	17	+0,90	+0,45
2	—0,06	—0,03	10	+0,10	+0,05	18	+1,04	+0,52
3	—0,08	—0,04	11	+0,18	+0,09	19	+1,18	+0,59
4	—0,10	—0,05	12	+0,28	+0,14	20	+1,34	+0,67
5	—0,08	—0,04	13	+0,38	+0,19	21	+1,52	+0,76
6	—0,06	—0,03	14	+0,50	+0,25	22	+1,72	+0,86
7	—0,04	—0,02	15	+0,62	+0,31	23	+1,94	+0,97

t	$-\Delta p$	$-\Delta a$	t	$-\Delta p$	$-\Delta a$	t	$-\Delta p$	$-\Delta a$
24°	+2,16	+1,08	30°	+3,70	+1,85	36°	+5,60	+2,80
25	+2,38	+1,19	31	+4,00	+2,00	37	+5,96	+2,98
26	+2,60	+1,30	32	+4,30	+2,15	38	+6,34	+3,17
27	+2,84	+1,42	33	4,60	+2,30	39	+6,72	+3,36
28	+3,10	+1,55	34	+4,92	+2,46	40	+7,12	+3,56
29	+3,40	+1,70	35	+5,26	+2,63	41	+7,52	+3,76

Um nun den zweiten Theil des Temperaturcorrectionsgesetzes zu prüfen, machte ich den 11. April 1874 auf dem St. Gotthard ebenfalls Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen mit demselben Instrumente. Natürlich blieb mir dort nichts anderes übrig, als den Ofen für höhere Temperaturen zu benützen, und konnten so Ungleichheiten in der Temperaturvertheilung im Instrumente nicht vermieden werden. Desshalb können diese Beobachtungen nicht die Genauigkeit der zu Hause gemachten beanspruchen, sie genügen aber vollständig um das ausgesprochene Gesetz zu verificiren. In der folgenden Tabelle ist t die Temperatur des Aneroid, σ der Stand des Aneroid, $\Delta a = \mu \Delta p$ der aus den Zürcher Beobachtungen abgeleitete Werth der Correction und Σ der auf 0° reducirte Stand

Gotthard den 11. April 1874.

$b_0 = 578{,}8^{mm}$ $\mu = 0{,}70$ Antheile:

t	4,0	7,3	9,5	11,2	12,5	15,2	17,5	19,4	25,0
σ	207,65	207,57	207,57	207,48	207,39	207,15	207,03	206,86	205,94
Δa	−0,07	−0,02	+0,05	+0,14	+0,24	+0,45	+0,68	+0,83	+1,67
Σ	207,58	207,55	207,62	207,62	207,63	207,60	207,71	207,69	207,61

Die Uebereinstimmung kann ebenfalls als ganz genügend angesehen werden. Bei diesem Instrumente ist die Veränderung des Scalenwerthes in Millimetern nur eine geringe, und daher die Correction in Aneroidtheilen

keinen starken Aenderungen unterworfen. Ich habe nun noch ein zweites Instrument in gleicher Weise untersucht, bei dem die Scalenänderung eine weit bedeutendere war, und nachfolgende Ergebnisse bekommen:

Der Scheitelpunkt der Parabel befindet sich bei +43,4° und der Brennpunkt in der Entfernung von 1,33 Aneroidtheilen, wenn 0,1 Aneroidtheil und 1° Celsius denselben Coordinatenwerth haben, und es ist für einen Barometerstand von 730,0^{mm}

$$17)\qquad -\varDelta a = \frac{(43,4 - t)^2}{532} - 3,54$$

in Scalentheilen, oder in Millimetern Quecksilber, da

$$\beta = 1,17 \qquad \mu = 0,855$$

$$17a)\qquad -\varDelta p = \frac{(43,4 - t)^2}{454,9} - 4,14$$

Hieraus bekommen wir nachstehende Tabelle der Temperaturcorrectionen, diejenige in Aneroidtheilen ($\varDelta a$) gültig für $b_0 = 730,0^{mm}$:

t	$-\varDelta p$	$-\varDelta a$	t	$-\varDelta p$	$-\varDelta a$	t	$-\varDelta p$	$-\varDelta a$
0°	0,00	0,00	14°	−2,24	−1,92	28°	−3,62	−3,09
1	−0,19	−0,16	15	−2,37	−2,02	29	−3,68	−3,15
2	−0,37	−0,32	16	−2,49	−2,12	30	−3,74	−3,20
3	−0,55	−0,47	17	−2,60	−2,22	31	−3,80	−3,25
4	−0,73	−0,62	18	−2,71	−2,32	32	−3,86	−3,30
5	−0,90	−0,77	19	−2,83	−2,42	33	−3,91	−3,34
6	−1,06	−0,91	20	−2,94	−2,51	34	−3,96	−3,38
7	−1,23	−1,05	21	−3,04	−2,60	35	−4,00	−3,41
8	−1,38	−1,18	22	−3,14	−2,68	36	−4,03	−3,44
9	−1,53	−1,31	23	−3,23	−2,76	37	−4,06	−3,47
10	−1,68	−1,44	24	−3,31	−2,83	38	−4,09	−3,49
11	−1,82	−1,56	25	−3,39	−2,90	39	−4,11	−3,51
12	−1,96	−1,68	26	−3,47	−2,97	40	−4,12	−3,52
13	−2,10	−1,80	27	−3,55	−3,03	41	−4,13	−3,53

Mit Hülfe dieser Tabelle erhalten wir folgende Reductionen der verschiedenen Versuchsreihen:

Für alle ist

$$b = 730{,}0^{mm} \qquad \mu = 0{,}855 \qquad \beta = 1{,}17.$$

I. Versuchsreihe den 16. März 1874.

t	σ	Σ	t	σ	Σ	t	σ	Σ
2,0	610,63	610,30	18,2	612,57	610,23	34,0	613,60	610,22
4,3	610,81	610,15	20,3	612,66	610,12	35,5	613,60	610,18
7,5	611,22	610,11	22,2	612,89	610,19	37,0	613,68	610,21
11,9	611,65	609,98	24,2	613,01	610,17	38,2	613,65	610,16
12,9	611,82	610,03	27,2	613,26	610,22	40,1	613,53	610,01
14,4	612,00	610,04	30,2	613,44	610,23	41,9	613,49	609,95
15,6	612,12	610,04	32,4	613,53	610,20	45,6	613,43	609,91
17,4	612,38	610,14						

II. Versuchsreihe den 20. März 1874.

t	σ	Σ	t	σ	Σ	t	σ	Σ
3,0	610,61	610,14	11,3	611,64	610,04	15,0	612,09	610,07
5,3	611,05	610,24	11,7	611,65	610,01	16,1	612,26	610,13
6,0	611,07	610,16	12,8	611,80	610,02	17,5	612,27	610,00

III. Versuchsreihe den 28. und 29. März 1874.

t	σ	Σ	t	σ	Σ	t	σ	Σ
14,3	612,06	610,11	24,1	613,13	610,29	31,9	613,42	610,12
17,3	612,51	610,26	25,1	613,18	610,27	37,0	613,56	610,09
19,5	612,80	610,33	28,4	613,40	610,29	40,1	613,52	610,00
22,5	613,05	610,33	30,1	613,32	610,11			

IV. Versuchsreihe den 30. März 1874.

t	σ	Σ	t	σ	Σ	t	σ	Σ
13,0	611,84	610,04	28,7	613,23	610,10	34,6	613,55	610,15
15,4	612,06	610,00	30,5	613,32	610,10	37,0	613,66	610,19
18,7	612,44	610,05	31,0	613,35	610,10	37,2	613,73	610,26
22,7	612,76	610,02	33,0	613,50	610,16	41,1	613,65	610,12
26,7	613,01	610,00	34,0	613,55	610,17			

V. Versuchsreihe den 1. April 1874.

t	σ	Σ	t	σ	Σ	t	σ	Σ
16,7	612,37	610,18	24,8	613,11	610,22	35,7	613,58	610,15
15,0	612,20	610,18	26,8	613,25	610,23	37,2	613,60	610,13
16,8	612,35	610,15	29,6	613,45	610,27	38,6	613,58	610,08
19,0	612,70	610,28	31,4	613,49	610,22	40,2	613,60	610,08
21,3	612,82	610,20	33,3	613,46	610,11			

Natürlich sind nicht alle Beobachtungen bei 730^{mm} gemacht, sondern durch Addition eines constanten Betrages auf diesen Barometerstand reducirt worden.

Für dieses Instrument habe ich ebenfalls auf dem Gotthard Temperaturuntersuchungen ausgeführt. Es ist wie beim ersten die Beobachtung bei $578,0^{mm}$ Luftdruck gemacht worden, und für diesen Stand ist

$$\beta = 0,53 \qquad \mu = 1,887$$

also

18) $$\Delta a = 1,887 \,.\, \Delta p.$$

Folgendes sind die Beobachtungen und Reductionen:

Gotthard den 11. April 1874.

t	5,2	7,0	9,0	12,3	13,5	16,2	21,7	23,0
σ	421,62	422,19	422,51	423,52	423,73	424,70	426,48	426,65
Δa	—1,73	—2,32	—2,87	—3,78	—4,10	—4,74	—5,86	—6,10
Σ	419,89	419,87	419,64	419,74	419,63	419,96	420,62	420,55

Das Mittel, der Werthe von Σ ist 419,99. Die grösste Abweichung von diesem Werthe hat 420,62 mit 0,63 Theilen $= 0,33^{mm}$. Die geringe Abweichung kann noch etwas vermindert werden, wenn k_1 nicht als constant angesehen wird. Wir können diesen Einfluss leicht bestimmen. Die Gleichung 17a kann geschrieben werden:

$$-\Delta p = -\,0,1908\,t + 0,002198\,t^2$$

somit sind für den Luftdruck, bei dem die Temperaturcorrectionen bestimmt wurden, die Werthe von m und n

$$m_0 = 0{,}1908 \qquad n_0 = 0{,}002198$$

Nun ist

$$n = \frac{k_1}{2} = \frac{R}{2v} \qquad m = k_0 - k_1 = k_0 - \frac{R}{v}$$

Wenn r der Radius der Büchse ist in Aneroidtheilen, d die mittlere Dicke des Hohlraumes in demselben Maasse, und z die Zahl der Büchsen, so wird für den bei der Temperaturcorrectionsbestimmung vorkommenden Luftdruck

$$v_0 = \pi r^2 d \,.\, z$$

Wenn nun die Ablesung am Aneroid um α zunimmt, so nimmt das Volumen um

$$\frac{1}{3}\pi r^2 \alpha$$

ab, da der betreffende Theil der Volumverminderung als eine Summe von Kegeln mit dem Radius der Basis r angesehen werden kann, und daher

$$v = v_0 - \frac{1}{3}\pi r^2 \alpha = v_0\left(1 - \frac{\alpha}{3dz}\right) \tag{19}$$

Folglich wird sehr genähert

$$\left\{\begin{array}{l} m = k_0 - 2n_0\left(1 + \frac{\alpha}{3dz}\right) \\ n = n_0\left(1 + \frac{\alpha}{3dz}\right) \end{array}\right. \tag{20}$$

Für die Goldschmid'schen Büchsen ist ziemlich regelmässig:

$$d = 5^{\mathrm{mm}} = 200 \text{ Aneroidtheilen,}$$

da ein Schraubenumgang $0{,}25^{\mathrm{mm}}$, und die Aneroideinheit der Zehntelumgang ist. Die Zahl der Büchsen ist 5,

somit wird für alle Aneroide der hier behandelten Construction:

$$21)\quad \begin{cases} m = k_0 - 2n_0\left(1 + \frac{\alpha}{3000}\right) = m_0 - 2n_0 \frac{\alpha}{3000} \\ n = n_0\left(1 + \frac{\alpha}{3000}\right) \end{cases}$$

Für das zuletzt besprochene Aneroid ist:

$$k_0 = m_0 + 2n_0 = 0{,}1952$$

Bei den Bestimmungen in Zürich war die Aneroidablesung 610, auf dem Gotthard 420, somit

$$\alpha = -190$$

demnach wird für den Gotthard:

$$m = 0{,}1911 \qquad n = 0{,}002059$$

also

$$22)\quad \begin{cases} -\Delta p = t\,(-0{,}1911 + 0{,}002059\,t) \\ -\Delta a = t\,(-0{,}1911 + 0{,}002059\,t)\,\mu \\ \qquad = t\,(-0{,}3606 + 0{,}003885\,t) \end{cases}$$

und der Correctionsbetrag ist für 23,0°

$$\Delta a = -6{,}24$$

die Abweichung beträgt daher nur noch 0,49 Aneroidtheile = $0{,}25^{mm}$.

Man kann diesen Betrag sich aus der unvollkommenen Beobachtungsart auf dem Gottthard erklären, indem jedenfalls das Instrument am Boden stärker erwärmt wurde als in der Höhe des Thermometers. Dann zeigte das zuletzt besprochene Instrument einen Uebelstand, dem erst nachträglich abgeholfen werden konnte, und das desshalb in grossen Höhen nicht mehr ganz zuverlässig war. Die Oeffnung an der Deckplatte des Instrumentes, durch welche

der Stab mit der beweglichen Marke geht, war nicht gross genug oder der Stab nicht centrisch gelegen. Zudem war die Aufwärtsbewegung der Büchsen nicht absolut senkrecht. Letzteres hätte nun an sich bei geringem Betrage der Abweichung nichts zu sagen, aber in unserem Falle entstand dann eine starke Reibung zwischen der einen Wand der Oeffnung und dem Stabe, welche natürlich ganz genaue Beobachtungen unmöglich machte und zugleich der Spannkraft der innern Luft entgegen stand, und so ihre Wirkung geringer machte, wodurch die negative Correction zu gross ausfiel.

Um zu zeigen, dass die Temperaturcorrection wirklich einen Wendepunkt besitzt, gebe ich in nachfolgendem noch die Correctionsbestimmungen eines dritten Instrumentes, und zwar wie sie sich durch directe Beobachtung und durch Rechnung ergaben; dabei ist

$$\Delta p = \frac{(19-t)^2}{250} - 1{,}44$$

angenommen, und bedeuten die Zeichen den Sinn der Correction.

t	Δp beob.	Δp berech.	t	Δp beob.	Δp berech.	t	Δp beob.	Δp berech.
0°	0,00	0,00	14°	—1,30	—1,34	28°	—1,18	—1,12
1	—0,18	—0,15	15	—1,30	—1,38	29	—1,12	—1,04
2	—0,33	—0,28	16	—1,31	—1,40	30	—1,04	—0,96
3	—0,48	—0,42	17	—1,31	—1,42	31	—0,95	—0,87
4	—0,63	—0,54	18	—1,32	—1,44	32	—0,85	—0,77
5	—0,75	—0,66	19	—1,32	—1,44	33	—0,75	—0,66
6	—0,85	—0,77	20	—1,32	—1,44	34	—0,63	—0,54
7	—0,95	—0,87	21	—1,31	—1,42	35	—0,48	—0,42
8	—1,04	—0,96	22	—1,31	—1,40	36	—0,33	—0,28
9	—1,12	—1,04	23	—1,30	—1,38	37	—0,18	—0,15
10	—1,18	—1,12	24	—1,30	—1,34	38	0,00	0,00
11	—1,23	—1,18	25	—1,28	—1,30	39	+0,30	+0,16
12	—1,26	—1,24	26	—1,26	—1,24	40	+0,59	+0,32
13	—1,28	—1,30	27	—1,23	—1,18			

Die Uebereinstimmung hält sich innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler, und ist somit ganz befriedigend.

b. Bestimmung des Scalenwerthes.

Der Scalenwerth der Aneroidbarometer wird am einfachsten ermittelt, indem man das Aneroid unter die Luftpumpe bringt, mit der durch einen Kautschukschlauch ein Gefässbarometer mit sehr weitem Gefässe in Verbindung steht. Der Recipient besitzt oben eine Stopfbüchse, durch die eine Gabel geht, mittelst welcher das Aneroid beliebig eingestellt werden kann. Ich habe nun, um allfällige Ungleichheiten der Mikrometerschraube mit zu erhalten, die Vergleichung beider Instrumente von Umgang zu Umgang der Schraube vorgenommen.

Zu dem Zwecke stellte mir Herr Goldschmid mit grosser Gefälligkeit seine hiezu eingerichtete Luftpumpe zur Verfügung. Da die verschiedenen Instrumente sich höchstens in der Grösse des Ganges unterscheiden und nicht wesentlich Verschiedenes bieten, so gebe ich nur die Vergleichung meines eigenen Instrumentes, mit dem ich auch Beobachtungen ausgeführt habe, wieder. Dabei bemerke ich nochmals, dass jedes Instrument eine bestimmte Grenze hat, bis zu welcher der Lufteruck nur abnehmen darf, wenn keine bleibende Veränderung vor sich gehen und der Gang bei abnehmendem und zunehmendem Luftdrucke derselbe sein soll.

Diese Grenze liegt von 500 bis 600^{mm}, und ist bei verschiedenen Instrumenten etwas verschieden. Bei meinem kann sie bei 540^{mm} angenommen werden. Um die Luft auch comprimiren und höhere Barometerstände als die am Beobachtungsorte vorkommenden hervorbringen zu können,

muss der Recipient auf den Teller festgeschraubt, und das Ganze wohl verpicht werden. Dann genügt es wohl, einen Luftdruck von 790^{mm} hervorzubringen. Das Instrument ist also ohne besondere Vorrichtung für ziemlich bedeutende Höhendifferenzen brauchbar und in Folge dessen jedenfalls, glaube ich, dem Naudet'schen bei mindestens gleicher Genauigkeit vorzuziehen. Für tiefere Stände als 500^{mm}, wo es sich um keine so grosse Genauigkeit mehr handelt, sowie für Touristen überhaupt glaube ich ein Goldschmid'sches Aneroid gewöhnlicher Construction angezeigt, um die neue Construction nur innerhalb der Grenzen eines Fortinbarometers für genaue Beobachtungen und Vergleichungen zu benutzen. Ich gebe nun in nachfolgendem zuerst die Vergleichungen von Aneroidbarometer und Quecksilberbarometer unter der Luftpumpe, wobei natürlich die Angaben des Gefässbarometers wegen der Niveauänderung des Quecksilbers im Gefässe corrigirt worden sind. Ich habe bei jeder Einstellung des Aneroids drei Vergleichungen gemacht und sie zu einem Mittel vereinigt:

g soll die uncorrigirten Ablesungen am Gefässbarometer, t die zugehörige Temperatur, a die Ablesung am Aneroidbarometer und τ die zugehörige Temperatur, m die Ablesung der festen Marke bezeichnen. Die Einheit ist der Zehntelumgang der Schraube.

Den 30. November 1875.

Anfangs $m = 398{,}80$.

1. Aufwärtsgehend.

a	τ	g	t
300,00	13,2	740,98	13,6
290,00	13,1	720,87	13,6
280,00	13,0	701,93	13,8

2. Rückwärtsgehend.

a	τ	g	t
200,00	13,2	571,77	15,2
210,00	13,4	586,93	15,3
220,00	13,5	600,90	15,4

a	τ	g	t	a	τ	g	t
270,00	13,0	683,42	13,8	230,00	13,7	616,43	15,4
260,00	13,0	665,50	14,2	240,00	14,0	632,20	15,5
250,00	13,0	648,30	14,2	250,00	14,4	649,07	15,6
240,00	13,0	631,40	14,2	260,00	14,4	666,23	15,7
230,00	13,0	615,73	14,2	270,00	14,6	684,08	15,9
220,00	13,0	600,23	14,5	280,00	15,0	702,80	16,0
210,00	13,0	585,48	14,6	290,00	15,0	721,83	16,0
200,00	13,2	571,53	15,0	300,00	15,0	741,73	16,0
180,00	13,2	544,95	15,0	310,00	15,0	762,40	16,0

3. Aufwärtsgehend.

a	τ	g	t
320,00	15,0	783,40	16,2
310,00	15,2	762,25	15,5
300,00	15,2	741,73	15,5
290,00	15,4	721,75	15,8
280,00	15,4	702,63	16,0

Am Schlusse $m = 398,90$

Der Thermometer am Aneroid hat eine Correction von $-1,0°$.

Die Correctionen des Gefässbarometers wegen der Niveauänderung sind folgende, diejenige bei 700^{mm} gleich Null gesetzt:

g	Δg	g	Δg	g	Δg
mm	mm	mm	mm	mm	mm
790	+0,58	700	0,00	610	−0,58
780	0,52	690	−0,06	600	−0,65
770	0,45	680	−0,13	590	−0,71
760	0,39	670	−0,19	580	−0,78
750	0,32	660	−0,26	570	−0,84
740	0,26	650	−0,32	560	−0,91
730	0,19	640	−0,39	550	−0,97
720	0,13	630	−0,45	540	−1,04
710	0,06	620	−0,52		

Der Stand der Marke während der Beobachtungen war

$$m = 398,85$$

Nehme ich 400,00 als die Normalablesung an, so

müssen die Ablesungen des Aneroid um 1,15 vermehrt werden.

Statt die letztern wegen der Temperatur zu corrigiren, können wir mit vollkommen genügender Genauigkeit die Quecksilberbarometerablesungen um Δp nach der frühern Tafel im umgekehrten Sinne corrigiren, d. h. bei meinem Instrumente subtrahiren. Ausserdem muss der Stand des Quecksilberbarometers, welches eine Messingscale besitzt, auf 0° reducirt werden. Werden die Correctionen angebracht, so erhalten wir folgende Normalvergleichungen, wo a_0 den wegen der Marke corrigirten Aneroidstand, g_0 den wegen Niveauänderung, eigener Temperatur, und Temperatur des Aneroid corrigirten Stand des Gefässbarometers bedeutet. Es sind nun die Beobachtungen bei demselben Aneroidstande neben einander gestellt, unter »aufwärts« die bei abnehmendem Luftdrucke, unter »rückwärts« die bei zunehmendem Luftdrucke gemachten Beobachtungen.

	Aufwärts	Rückwärts		Aufwärts	Rückwärts		Aufwärts	Rückwärts
a_0	g_0	g_0	a_0	g_0	g_0	a_0	g_0	g_0
301,15	739,33	739,58	241,15	629,23	629,80	321,15	—	781,39
291,15	719,14	719,63	231,15	613,49	614,05	311,15	760,21	760,33
281,15	700,09	700,48	221,15	597,89	598,44	301,15	739,61	
271,15	681,49	681,76	211,15	583,07	583,41	291,15	719,49	
261,15	663,47	663,90	201,15	569,00	569,32	281,15	700,27	
251,15	646,20	646,70	181,15	542,32	—			

Nehme ich nun die Mittelwerthe, indem ich bei der obersten Beobachtung von 181,15 beim Barometerstande als Interpolation $0{,}15^{mm}$ addire, bei der untersten von 321,15 dagegen 0,06 subtrahire, und bei allen Ablesungen des

Gefässbarometers die constante Correction von $+ 0,35^{mm}$ gegen das Normalbarometer in Bern anbringe, so erhalte ich folgende Vergleichstabelle:

a_0	g_0	Δg	a_0	g_0	Δg	a_0	g_0	Δg
321,15	781,68	21,06	271,15	681,97	17,94	221,15	598,51	14,92
311,15	760,62	20,76	261,15	664,03	17,23	211,15	583,59	14,08
301,15	739,86	20,09	251,15	646,80	16,94	201,15	569,51	13,67
291,15	719,77	19,14	241,15	629,86	15,74	191,15	555,84*	13,02
281,15	700,63	18,66	231,15	614,12	15,39	181,15	542,82	

Der mit * bezeichnete Werth bei 191,15, als nicht beobachtet, ist nach dem Gang der ersten und zweiten Differenzen interpolirt. Δg bezeichnet die Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Werthen von g_0. Die Aenderung von Δg ist nicht ganz regelmässig, bald schneller, bald langsamer, und es rührt diess wahrscheinlich von Ungleichheiten der Schraubengänge her. Bezeichen wir mit $\Delta^2 g$ die Differenzen von Δg, so ist der Mittelwerth von

$$\Delta^2 g = 0,63^{mm} \text{ für 10 Einheiten.}$$

Um daher die Beobachtungen auf die Zehner zu reduciren, haben wir von obigen Angaben zu subtrahiren

$$0,115 \,.\, (\Delta g + 0,27)$$

Um dann von diesen Zehnern auf die in den nächst tiefer liegenden Fünfer zu gelangen, ist wieder zu subtrahiren:

$$0,5\,(\Delta g + 0,16)$$

und so ergibt sich folgende Normalvergleichstabelle bei 0° Temperatur, die zur Reduction der Aneroidablesungen dienen soll.

Normaltabelle I.

a_0	g_0	a_0	g_0	a_0	g_0
325,00	790,00	275,00	689,09	225,00	604,46
320,00	779,24	270,00	679,87	220,00	596,76
315,00	768,64	265,00	670,87	215,00	589,27
310,00	758,20	260,00	662,02	210,00	581,[illegible]4
305,00	747,78	255,00	653,34	205,00	574,84
300,00	737,51	250,00	644,82	200,00	567,91
295,00	727,45	245,00	636,34	195,00	561,03
290,00	717,54	240,00	628,02	190,00	554,31
285,00	707,92	235,00	620,09	185,00	547,75
280,00	698,46	230,00	612,32	180,00	541,34

Die vorkommenden Unregelmässigkeiten der Veränderung kann man sich nun entweder als Ungleichheiten der Schraubengänge, oder als Beobachtungsfehler denken. Im erstern Falle müsste Tabelle I direct als Reductionstabelle benutzt werden; im zweiten Falle müssten in der Gleichung 13 mittelst der Methode der kleinsten Quadrate die Constanten x, y, z, und t berechnet und hier auf eine ausgeglichene Tabelle angelegt werden.

Nehmen wir zur Bestimmung von x, y, z und t, die gleichsam die ursprünglichen Beobachtungen vertretenden Vergleichungen bei 320, 310, 300, 290, 280, 270, 260, 250, 240, 230, 220, 210, 200, 190 und 180, so gibt die Methode der kleinsten Quadrate folgende Werthe:

$$x = 409{,}662 \qquad \log y = \overline{1}{,}3531735$$

$$\log z = \overline{3}{,}4310912 \qquad \log t = \overline{7}{,}80888188$$

Mittelst der bestimmten Werthe von x, y, z und t kann nun nach Gleichung 13 eine zweite ausgeglichene Normaltabelle berechnet werden.

Normaltabelle II.

a_0	g_0	a_0	g_0	a_0	g_0
325,00	790,07	275,00	689,13	225,00	604,34
320,00	779,23	270,00	679,93	220,00	596,73
315,00	768,56	265,00	670,89	215,00	589,28
310,00	758,06	260,00	662,02	210,00	581,98
305,00	747,72	255,00	653,30	205,00	574,84
300,00	737,55	250,00	644,75	200,00	567,85
295,00	727.54	245,00	636,35	195,00	561,01
290,00	717,69	240,00	628,11	190,00	554,34
285,00	708,01	235,00	620,03	185,00	547,81
280,00	698,49	230,00	612,10	180,00	541,43

Die beiden Tabellen I und II stimmen so gut überein, als es zu wünschen ist, indem die grösste Abweichung $0,22^{mm}$ bei $a_0 = 230$ vorkommt, so dass es ziemlich gleichgültig ist, welche von beiden Tabellen man zur Reduction benutzt.

Vergleichsresultate zwischen Fortin und Aneroid.

Ich habe seit Ende Juli 1874 bis in den August 1875 genaue Vergleichungen zwischen dem Fortinbarometer und dem Aneroidbarometer vorgenommen, um ihre Uebereinstimmung zu prüfen.

Die Vergleichungen wurden zum Theil vorgenommen in meinem Zimmer, theils auf ein paar kleinern und grössern Exkursionen. Die Correction des Fortin auf das Berner Normalbarometer beträgt $+ 0,80^{mm}$. Bei den Beobachtungen habe ich auf die Capillarveränderung keine Rücksicht genommen, da dieselbe kaum grösser als die Beobachtungsfehler selbst ist.

Die Beobachtungen sind in der Weise ausgeführt, dass an jedem Instrumente das Mittel aus drei Ablesungen genommen wurde. Für das Aneroid habe ich

den Zehntelschraubengang als Einheit genommen und die Ablesung 400 als die normale der festen Marke. Wenn nun die wirkliche Ablesung geringer ist, so wird die Differenz zur eigentlichen Aneroidablesung addirt. Hierauf aus der Vergleichstabelle für die so erhaltene Zahl der entsprechende Luftdruck gesucht, und erst an diesem die Temperaturcorrection angebracht. Ich habe sämmtliche Angaben nach beiden Tabellen I und II reducirt. Als Beispiel möge folgendes dienen:

Den 17. August 1875 1 Uhr Mittags erhielt ich:

Fortin	Temp.	Aneroid	Temp.	Marke
731,20	27,7	291,92	29,5	398,10

Also

$$400 - 398{,}10 = 1{,}90$$

$$291{,}92 + 1{,}90 = 293{,}82$$

Nun ist:

Nach Normaltab. I Aner. 293,82 = Quecksilber 725,11^{mm}

Nach Normaltab. II Aner. 293,82 = Quecksilber 725,20^{mm}

Die Temperaturcorrection beträgt für 29,5°

$$\Delta p = + 3{,}54^{mm}$$

Also Luftdruck 728,65^{mm} nach I, und 728,74^{mm} nach II, Fortin bei 0° 727,94^{mm}, dazu die Correction auf den Normalbarometer in Bern + 0,80 gibt 728,74^{mm}.

Zur leichtern Reduction habe ich die beiden Normaltabellen in genügend grossem Maassstabe graphisch aufgetragen, indem ich die Zwischenräume von 5 zu 5 durch gerade Linien verband. Es kann allerdings zwischen der graphischen und rechnenden Interpolation vielleicht bis 0,02^{mm} Differenz geben, was jedenfalls von keinem Belange ist.

Bei der Reduction von Beobachtungen ist in verschiedenen Höhen und geographischen Breiten noch eine Correction wegen der Schwereänderung vorzunehmen. Das Aneroidbarometer misst nämlich als Federwaage den absoluten Luftdruck, wird also bei derselben Luftsäule bei geringerer Schwerkraft einen tiefern Luftdruck zeigen. Beim Quecksilberbarometer, wo sich zwei Gewichte, das Quecksilber und die Luftsäule. das Gleichgewicht halten, die von der Schwerkraft in gleicher Weise beeinflusst werden, wird bei gleicher Luftsäule in Folge der Veränderung der Schwerkraft keine Aenderung des Barometerstandes eintreten. Es muss sich daher zwischen Aneroidbarometer und Quecksilberbarometer eine der Aenderung der Schwere entsprechende Differenz zeigen. Diese Eigenschaft ist bekanntlich von Freiherrn von Wüllersdorf benutzt worden, um die Abplattung der Erde zu bestimmen. Wir erhalten die entstehende Differenz einfach in folgender Weise:

Die Normaltabelle sei angelegt bei der Schwere g_0, so dass alsdann die Barometerstände a_0 des Aneroid und b_0 des Quecksilberbarometers übereinstimmen. a und b_0 seien die in Millimetern ausgedrückten Angaben der beiden Barometer bei der Schwere g. Dann offenbar gilt die Gleichung

$$23) \qquad a_0 = a \cdot \frac{g_0}{g}$$

Also beträgt die Correction

$$24) \qquad \varDelta a = a_0 - a = a\,\frac{g_0 - g}{g}$$

Den Einfluss der geographischen Breite erhalten wir zunächst folgendermassen:

Es sei G die Schwere am Aequator, g_0 diejenige für die Breite φ_0, bei der die Normaltabelle angelegt wurde, und g_1 diejenige für die Breite φ_1, so ist, wenn β eine Constante bedeutet

$$g_0 = G + \beta \sin^2 \varphi_0$$
$$g_1 = G + \beta \sin^2 \varphi_0$$

Dann wird

$$g_0 - g_1 = \beta \sin(\varphi_0 + \varphi_1) \sin(\varphi_0 - \varphi_1)$$

und demnach mit genügender Näherung:

$$\frac{g_0 - g_1}{g_1} = \frac{\beta}{G} \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1) \sin(\varphi_0 - \varphi_1) = F \sin(\varphi_0 + \varphi_1) \sin(\varphi_0 - \varphi_1)$$

wo $F = 0{,}005118$ nach Pouillet
$= 0{,}005133$ » Airy.

Ich nehme als genügend genau:

$$F = 0{,}00512 \text{ und } \varphi_0 = 47^\circ 23'$$

Bezeichnen wir somit die Correction wegen der geographischen Breite mit $\varDelta a_1$, so ist

$$\varDelta a_1 = a F \sin(\varphi_0 + \varphi_1) \sin(\varphi_0 - \varphi_1) \tag{25}$$

Jetzt bleibt noch die Bestimmung des Einflusses der Meereshöhe.

Es sei h_0 die Meereshöhe des Ortes, an dem die Vergleichungen für die Normaltabelle gemacht wurden, h diejenige an der man Beobachtungen gemacht hat, und ϱ der vom Mittelpunkte der Erde bis zum Meeresniveau gehende Radius Vector, der in seiner Verlängerung den Beobachtungsort trifft und von der Verticalen nicht bedeutend abweicht. g_1 sei die oben schon in Rechnung gebrachte Schwere in der Meereshöhe h_0 im Radius ϱ,

g diejenige am Beobachtungsorte in der Höhe h. Dann haben wir:

$$\frac{g_1}{g} = \frac{(\varrho + h)^2}{(\varrho + h_0)^2}$$

also

$$\frac{g_1 - g}{g} = \frac{(\varrho + h)^2 - (\varrho + h_0)^2}{(\varrho + h_0)^2} = 2\,\frac{h - h_0}{\varrho + h_0} + \frac{(h - h_0)^2}{(\varrho + h_0)^2}$$

oder vollkommen genügend

$$\frac{g_1 - g}{g} = 2\,\frac{h - h_0}{\varrho + h_0}$$

Wenn daher $\varDelta a_2$ die Höhencorrection bezeichnet, so ist:

$$\text{26)} \qquad \varDelta a_2 = 2a\,\frac{h - h_0}{\varrho + h_0}$$

Dann ist

$$\text{27)} \qquad a_0 = a + \varDelta a_1 + \varDelta a_2 \;.$$

die in Millimetern ausgedrückte Angabe des Quecksilberbarometers.

Da der Stand des Aneroid an jedem Orte nur von dem momentanen Betrag der Schwerkraft abhängen kann, so ist offenbar die Correction dieselbe, auf welchem Wege man auch nach dem Beobachtungsorte gelangt ist. Uebrigens entspricht die oben gewählte Annahme der vorausgehenden Breitenänderung mit nachfolgender Höhenänderung der Wirklichkeit am meisten, da eine Breitenänderung von 1° noch nicht $0{,}1^{\text{mm}}$ Correction bewirkt.

Um die Anbringung der Correction zu erleichtern, gebe ich in nachfolgenden Tabellen die Beträge $\varDelta a_1$ für verschiedene Barometerstände und verschiedene geographische Breiten, ebenso von $\varDelta a_2$ für verschiedene Höhen und die daselbst vorkommenden Barometerstände, Zürich

mit der geographischen Breite von $\varphi_0 = 47^\circ 23'$ und der Höhe $h_0 = 400^m$ als Ort der Normaltabelle annehmend. Wenn man irgend einen andern Ort als Ausgangspunkt benutzen will, so kann die Tafel dennoch mit wenig grösserer Mühe benutzt werden.

A. Tabelle der $\varDelta a_1$ in Millimetern.

Geog. Breite φ	Barometerstand in Millimetern.								
	800	750	700	650	600	550	500	450	400
0°	2,22	2,08	1,94	1,80	1,66	1,52	1,39	1,25	1,11
5	2,19	2,05	1,91	1,78	1,64	1,50	1,37	1,23	1,09
10	2,09	1,96	1,83	1,70	1,57	1,44	1,31	1,18	1,05
15	1,94	1,82	1,70	1,58	1,46	1,34	1,21	1,09	0,97
20	1,74	1,63	1,52	1,41	1,30	1,20	1,09	0,98	0,87
25	1,49	1,39	1,30	1,21	1,11	1,02	0,93	0,84	0,74
30	1,19	1,12	1,04	0,97	0,90	0,82	0,75	0,67	0,60
35	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,60	0,54	0,49	0,44
40	0,53	0,49	0,46	0,43	0,39	0,36	0,33	0,30	0,26
45	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
50	-0,18	-0,17	-0,16	-0,15	-0,14	-0,13	-0,12	-0,10	-0,09
55	-0,53	-0,50	-0,46	-0,43	-0,40	-0,36	-0,33	-0,30	-0,27
60	-0,85	-0,80	-0,75	-0,69	-0,64	-0,59	-0,53	-0,48	-0,43
65	-1,15	-1,07	-1,00	-0,93	-0,86	-0,79	-0,72	-0,64	-0,57
70	-1,40	-1,31	-1,22	-1,14	-1,05	-0,96	-0,87	-0,79	-0,70
75	-1,60	-1,50	-1,40	-1,30	-1,20	-1,10	-1,00	-0,90	-0,80
80	-1,75	-1,64	-1,54	-1,43	-1,32	-1,21	-1,10	-0,99	-0,88
85	-1,85	-1,73	-1,62	-1,50	-1,39	-1,27	-1.15	-1,04	-0,92
90	-1,88	-1,76	-1,64	-1,53	-1,41	-1,29	-1,17	-1,06	-0,94

Für die Berechnung der Tabelle $\varDelta a_2$ müsste das jedesmalige ϱ der geographischen Breite des Beobachtungsortes genommen werden, doch kann man sich mit vollkommen genügender Annäherung mit einem mittlern Werthe von ϱ begnügen. Denn für $h - h_0 = 3000$ Meter wird für die extremen Werthe von ϱ, nämlich gleich der halben grossen und kleinen Axe der Meridianellipse, im ersten

Falle $\varDelta a_0 = 0{,}517^{mm}$, im zweiten $0{,}517^{mm}$. Ich setze daher den Mittelwerth

$$\varrho = 6366197 \text{ Meter}$$

$$\varrho + h_0 = 6366600 \text{ Met.}$$

und erhalte dann folgende Tabelle der $\varDelta a_2$ für verschiedene Meereshöhen.

Die unterstrichenen Zahlen sind diejenigen, innerhalb welchen die Correctionen für die betreffenden Höhen zu suchen sind. Ich habe die Tabelle für alle Barometerstände bei allen Höhen ausgeführt, damit leicht die Reduction vorgenommen werden kann, wenn die Normaltabelle in einer andern Meereshöhe angefertigt würde, und also mittelst der Luftpumpe künstlich die verschiedenen Barometerstände hervorgebracht würden. Die unterstrichenen Zahlen derselben Höhe weichen so wenig von einander ab, dass

B. Tabelle der $\varDelta a_2$ in Millimetern.

Höhe	Barometerstand in Millimetern.																
Meter	800	775	750	725	700	675	650	625	600	575	550	525	500	475	450	425	400
0	**-0,10**	**-0,10**	**-0,09**	**-0,09**	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05
500	0,03	0,02	**0,02**	**0,02**	**0,02**	**0,02**	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1000	0,15	0,15	0,14	0,14	**0,13**	**0,13**	**0,12**	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
1500	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	**0,22**	**0,22**	**0,21**	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14
2000	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	**0,31**	**0,30**	**0,29**	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20
2500	0,53	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	**0,38**	**0,36**	**0,35**	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26
3000	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47	**0,45**	**0,43**	**0,41**	0,39	0,37	0,35	0,33
3500	0,78	0,75	0,73	0,71	0,68	0,66	0,63	0,61	0,58	0,56	0,54	**0,51**	**0,49**	**0,46**	0,44	0,41	0,39
4000	0,90	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	**0,57**	**0,54**	**0,51**	**0,48**	0,45

man für jede Höhe eine mittlere Correction anwenden kann. Die Δa_2 für die verschiedenen Höhen sind also:

Höhe	0^m	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Δa_2	-0,09	0,02	0,13	0,22	0,30	0;36	0,43	0,49	0,53

Endlich hat man nicht immer genaue Höhenangaben zur Hand. Dann kann man die Correction als einfache Function des Barometerstandes ansehen, wodurch man jedenfalls 0,1^{mm} noch sicher hat. Wir bekommen dann folgende Tabelle:

Barometer:	800^{mm}	750	700	650	600	550	500	450
$\Delta a_2 =$	— 0,2	—0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5

Nach diesen Vorbereitungen kann ich nun unmittelbar zur Reduction der Vergleichungen übergehen, und zwar nehme ich nacheinander zuerst die zu Hause gemachten vor und hierauf die auf Excursionen erhaltenen Resultate. Die verschiedenen Rubriken haben folgende Bedeutung: Zuerst kommt die Angabe der Zeit nach Jahr, Monat, Tag und Stunde; f die Ablesung des Fortinbarometers, t seine Temperatur; a die Ablesung des Aneroid, τ seine Temperatur, m seine Markenablesung; b die auf Null und den Normalbarometer von Bern reducirte Fortinablesung; b_1 die mittelst Normaltabelle I, b_2 die mittelst Normaltabelle II aus den Aneroidablesungen nach dem angeführten Muster erhaltenen auf 0° reducirten Barometerstände ohne Schwerecorrection; $\Delta_1 = b - b_1$, $\Delta_2 = b - b_2$ sind die Differenzen. Für die zu Hause gemachten Vergleichungen ist keine Schwerecorrection nöthig, und bei den Excursionsbeobachtungen lasse ich dieselbe anfänglich ebenfalls weg, um ihre Existenz deutlich hervortreten zu lassen.

Datum	Uhr	f	t	a	τ	m	b	b_1	b_2	Δ_1	Δ_2
1874											
Juli 17	1½	727,28	25,2	291,98	25,0	399,40	725,13	725,04	725,14	+0,09	−0,01
Aug. 26	4¾	723,60	17,8	291,53	17,0	399,64	722,32	722,16	722,28	+0,16	+0,04
„ 27	2	722,80	19,5	291,00	16,7	399,63	721,32	721,09	721,21	+0,23	+0,11
„ 28	11 V	723,22	19,6	291,10	19,4	399,62	721,73	721,70	721,83	+0,03	−0,10
Nov. 16	2	713,90	11,0	286,62	11,0	398,80	713,44	713,53	713,65	−0,09	−0,21
„ 17	1	712,40	10,8	285,92	11,0	398,80	711,96	712,16	712,26	−0,20	−0,30
„ 18	2½	721,50	11,8	290,42	11,8	398,80	720,93	720,98	721,11	−0,05	−0,18
„ 19	1	717,85	13,8	288,30	13,7	398,80	717,05	717,06	717,20	−0,01	−0,14
„ 20	3	716,35	14,0	287,62	14,0	398,90	715,51	715,60	715,73	−0,09	−0,22
„ 21	10 V	722,35	13,8	290,62	14,0	398,85	721,55	721,54	721,66	+0,01	−0,11
„ 22	1½	722,80	13,5	290,93	13,0	398,85	722,02	722,03	722,15	−0,01	−0,13
„ 23	1	722,63	12,0	290,95	12,0	398,87	722,03	721,93	722,05	+0,10	−0,02
„ 24	1	725,21	12,8	292,22	11,8	398,88	724,50	724,43	724,53	+0,07	−0,03
„ 25	2	722,71	11,0	291,17	10,7	398,84	722,23	722,30	722,42	−0,07	−0,19
„ 26	2	719,76	11,7	289,58	11,4	398,90	719,20	719,10	719,23	+0,10	−0,03
„ 27	1	717,74	9,5	288,76	9,3	398,88	717,44	717,38	717,52	+0,06	−0,08
„ 29	1	711,35	11,3	285,40	11,0	398,89	710,85	711,00	711,10	−0,15	−0,25
Dec. 1	1	710,68	12,3	284,88	12,0	398,90	710,06	710,08	710,18	−0,02	−0,12
„ 2	1	716,20	13,7	287,40	14,2	398,82	715,42	715,35	715,48	+0,07	−0,06
„ 3	1	721,78	9,0	290,60	10,0	398,82	721,53	721,15	721,27	+0,38	+0,26
„ 4	1	722,49	13,0	290,63	12,8	398,83	721,77	721,44	721,56	+0,33	+0,21
„ 5	1	722,45	12,8	290,64	13,9	398,83	721,76	721,58	721,70	+0,18	+0,06
„ 6	1	724,57	16,7	291,29	16,8	398,83	723,42	722,28	722,39	+0,14	+0,03
„ 7	2	726,38	18,0	291,97	17,8	398,83	725,07	724,78	724,89	+0,29	+0,18
„ 8	1	726,31	15,7	292,31	15,4	398,83	725,27	725,13	725,23	+0,14	+0,04
„ 9	1	707,95	15,3	283,01	15,4	398,83	707,00	707,05	707,14	−0,05	−0,14
„ 10	1	715,30	15,2	286,80	15,0	398,83	714,35	714,27	714,39	+0,07	−0,04
„ 11	1	708,10	13,6	283,23	13,2	398,83	707,34	707,19	707,28	+0,15	+0,06
„ 12	1	702,03	13,8	279,98	13,8	398,85	701,27	701,07	701,12	+0,20	+0,15
„ 13	1	705,40	13,7	281,80	14,0	398,85	704,64	704,53	704,59	+0,11	+0,05
„ 14	1	711,40	13,9	284,91	14,0	398,85	710,61	710,45	710,55	+0,16	+0,06
„ 15	1	717,12	14,6	287,79	14,0	398,85	716,22	716,02	716,16	+0,20	+0,06
„ 16	1	710,70	14,0	284,52	14,3	398,87	709,89	709,71	709,81	+0,18	+0,08
„ 17	1	715,38	14,2	286,90	14,2	398,85	714,54	714,33	714,45	+0,21	+0,09
„ 18	1	722,15	12,0	290,60	12,0	398,85	721,55	721,27	721,38	+0,28	+0,17
„ 19	1	718,54	13,5	288,63	13,5	398,85	717,77	717,60	717,74	+0,17	+0,03
„ 20	1	709,75	12,5	284,25	12,4	398,85	709,12	709,02	709,12	+0,10	+0,00
„ 21	1	707,21	13,2	282,80	13,0	398,87	706,50	706,27	706,36	+0,23	+0,14
„ 22	1	715,40	12,9	287,06	13,0	398,87	714,71	714,46	714,58	+0,25	+0,13
„ 23	1	720,15	11,6	289,38	15,4	398,83	719,60	719,27	719,40	+0,33	+0,20
„ 24	1	721,10	12,7	289,92	12,6	398,83	720,42	720,02	720,14	+0,40	+0,28
„ 26	2	720,00	14,2	289,29	14,2	398,85	719,15	718,92	719,05	+0,23	+0,10
„ 27	1	723,62	14,2	291,09	14,0	398,85	722,76	722,47	722,59	+0,29	+0,17
„ 28	1	726,87	12,8	292,98	12,8	398,85	726,17	726,08	726,18	+0,09	−0,01

Datum	Uhr	f	t	a	τ	m	b	b_1	b_2	Δ_1	Δ_2
1874											
Dec. 29	1	724,95	12,2	292,00	12,2	398,84	724,32	724,10	724,20	+0,22	+0,12
„ 30	1	724,00	11,0	291,69	11,0	398,82	723,51	723,41	723,52	+0,10	−0,01
„ 31	1	725,37	10,5	292,42	10,8	398,82	724,94	724,83	724,93	+0,11	+0,01
1875											
Jan. 1	1	728,82	11,8	294,00	12,0	398,82	728,24	728,11	728,20	+0,13	+0,04
„ 2	1	726,49	10,2	293,02	10,2	398,82	726,09	725,99	726,09	+0,10	0,00
„ 3	1	729,05	12,0	294,21	11,9	398,82	728,44	728,50	728,59	−0,06	−0,15
„ 4	1	726,30	13,7	292,59	13,7	398,82	725,49	725,47	725,58	+0,02	−0,09
„ 5	1	725,58	14,7	292,09	15,0	398,82	724,66	724,63	724,73	+0,03	−0,07
„ 6	1	725,30	13,8	292,06	13,7	398,82	724,48	724,42	724,53	+0,06	−0,05
„ 7	1	726,42	12,0	292,81	12,0	398,82	725,81	725,74	725,84	+0,07	−0,03
„ 8	1	729,80	12,2	224,49	12,2	398,82	729,16	729,10	729,19	+0,06	−0,03
„ 9	1	727,70	12,9	293,40	13,0	398,82	726,99	727,01	727,09	−0,02	−0,10
„ 10	1	725,24	12,9	292,12	12,9	398,82	724,53	724,46	724,56	+0,07	−0,03
„ 11	1	726,79	12,7	293,08	12,6	398,82	726,10	726,30	726,39	−0,20	−0,29
„ 12	1	727,46	13,0	293,23	13,0	398,82	726,76	726,65	726,74	+0,11	−0,02
„ 14	1	730,88	13,5	294,91	13,7	398,82	730,09	730,09	730,17	0,00	−0,08
„ 15	1	729,05	13,7	294,00	13,6	398,82	728,23	728,29	728,38	−0,06	−0,15
„ 16	1	722,53	12,6	290,78	12,4	398,82	721,86	721,72	721,84	+0,14	+0,02
„ 17	1	719,10	14,2	288,88	15,0	398,82	718,25	718,24	718,37	+0,01	−0,12
„ 18	1	725,00	14,7	291,86	14,7	398,82	724,08	724,14	724,24	+0,06	+0,16
„ 19	1	731,40	16,7	294,67	18,2	398,83	730,23	730,19	730,26	+0,04	−0,03
„ 20	1	726,44	16,0	292,20	18,0	398,82	725,37	725,28	725,38	+0,09	−0,01
„ 21	1	719,53	17,2	288,67	18,0	398,84	718,31	718,27	718,39	+0,04	−0,08
„ 22	1	719,70	18,0	288,62	19,0	398,82	718,41	718,35	713,47	+0,06	−0,06
„ 23	1	725,50	14,7	291,97	15,5	398,82	724,58	724,46	724,56	+0,12	+0,02
„ 24	1	719,00	14,2	288,82	14,0	398,82	718,15	718,04	718,17	+0,11	−0,02
„ 25	1	716,82	14,6	287,70	14,8	398,82	715,93	716,02	716,15	−0,09	−0,22
„ 26	1	725,42	15,8	291,88	16,0	398,82	724,37	724,24	724,34	+0,13	+0,03
„ 27	1	733,12	14,5	295,80	16,4	398,82	732,21	732,24	732,30	−0,03	+0,09
„ 28	1	734,68	13,9	296,83	14,3	398,82	733,83	734,02	734,06	−0,19	−0,23
„ 29	1	734,56	13,7	296,80	13,5	398,83	733,73	733,86	733,91	−0,13	−0,18
„ 30	1	726,95	13,2	293,00	14,0	398,83	726,20	726,20	726,29	0,00	−0,09
„ 31	1	735,12	14,8	296,78	16,0	398,82	734,17	734,07	734,11	+0,10	+0,06
Febr. 1	1	733,65	14,6	296,05	16,2	398,82	732,73	731,68	731,74	+0,05	−0,01
„ 2	1	730,45	14,9	294,60	14,8	398,82	729,49	729,62	729,70	−0,13	−0,21
„ 3	1	721,34	13,8	290,08	14,0	398,82	720,53	720,52	720,64	+0,01	−0,11
„ 4	1	720,38	16,0	289,29	16,0	398,82	719,32	719,22	719,35	+0,10	−0,03
„ 5	1	726,40	14,8	292,53	14,8	398,82	725,47	725,48	725,58	−0,01	−0,11
„ 6	1	727,35	12,2	293,26	12,0	398,82	726,73	728,61	728,70	+0,12	+0,03
„ 7	1	724,73	13,5	291,80	13,3	398,82	723,95	723,88	723,98	+0,07	−0,03
„ 8	1	723,40	13,5	291,08	14,0	398,82	722,63	722,50	722,62	+0,13	+0,01
„ 9	1	721,56	12,0	290,38	12,0	398,86	720,96	720,81	720,93	+0,15	+0,03
„ 10	1	721,32	11,8	290,21	12,0	398,83	720,75	720,56	720,68	+0,19	+0,07

Datum	Uhr	f	t	a	τ	m	b	b_1	b_2	Δ_1	Δ_2
1875											
Feb. 11	1	726,26	13,2	292,58	14,0	398,82	725,51	725,50	725,60	+0,01	−0,09
„ 12	1	726,55	12,6	292,79	13,0	398,82	725,87	725,79	725,89	+0,08	−0,02
„ 13	1	724,19	11,1	291,91	10,7	398,82	723,69	723,82	723,92	−0,13	−0,23
„ 24	1	711,91	13,6	285,30	13,6	398,82	711,15	711,23	711,33	−0,08	−0,18
„ 25	1	713,77	15,5	286,03	16,0	398,86	712,78	712,86	712,96	−0,08	−0,18
„ 26	1	713,90	15,2	286,03	16,2	398,93	712,95	712,74	712,84	+0,21	+0,11
„ 27	1	710,52	14,3	284,50	14,8	398,87	709,68	709,71	709,80	−0,03	−0,12
„ 28	8 V	714,63	13,2	286,78	13,2	398,87	713,91	713,93	714,05	−0,02	−0,14
Aprl 16	1	728,42	14,0	293,72	13,0	398,80	727,58	727,65	727,74	−0,07	−0,16
„ 17	1	726,42	15,4	292,47	16,0	398,94	725,42	725,27	725,37	+0,15	+0,05
„ 20	1	727,85	19,8	292,45	21,0	398,92	726,33	726,03	726,12	+0,30	+0,21
„ 21	1	722,95	21,2	289,72	22,8	398,97	721,28	720,92	721,04	+0,36	+0,24
„ 22	1	717,47	20,7	287,12	21,7	398,95	715,87	715,71	715,84	+0,16	+0,03
„ 23	1	720,95	16,2	289,63	16,0	398,95	719,87	719,66	719,79	+0,21	+0,08
„ 26	1	725,62	15,9	291,93	17,0	398,93	724,56	724,38	724,48	+0,18	+0,08
„ 27	1	725,65	17,8	291,61	19,0	398,93	724,37	724,05	724,15	+0,32	+0,22
„ 29	1	727,20	18,3	292,43	19,0	398,93	725,86	725,65	725,75	+0,21	+0,11
„ 30	1	724,96	20,8	290,89	21,3	398,94	723,33	722,96	723,07	+0,37	+0,26
Mai 1	1	722,57	21,2	289,71	22,0	398,95	720,90	720,75	720,87	+0 15	+0,03
„ 4	1	725,90	17,4	292,02	18,0	398,95	724,67	724,67	724,77	−0,00	−0,10
„ 6	1	723,80	16,8	291,00	17,5	398,92	722,63	722,64	722,75	−0,01	−0,12
„ 9	3	724,02	22,1	290,30	22,0	398,96	722,24	721,90	722,01	+0,34	+0,23
„ 11	1	733,50	19,6	295,48	20,3	398,88	731,98	732,05	732,11	−0,07	−0,13
„ 14	1	728,75	21,3	292,79	21,3	398,85	727,05	726,93	727,02	+0,12	+0.03
„ 15	1	727,80	22,0	292,25	22,0	398,90	726,02	725,90	725,99	+0,12	+0,03
„ 17	2	722,40	22,8	289,07	23,8	398,76	720,54	720,26	720,38	+0,28	+0,16
„ 19	1	721,20	18,7	288,52	20,0	398,12	719,83	719,66	719,79	+0,17	+0,04
„ 20	1	724,57	18,7	290,42	19,0	398,15	723,19	723,19	723,29	0,00	−0,10
„ 22	1	725,95	23,0	290,32	23,4	398,15	724,05	723,84	723,94	+0,21	+0,11
„ 23	1	730,20	20,4	292,48	21,8	397,89	728,60	728,31	728,40	+0,29	+0,20
„ 27	1	723,85	17,2	289,83	17,3	397,85	722,64	722,31	722,42	+0,33	+0,22
„ 29	1	717,17	19,0	286,21	19,0	397,82	715,77	715,67	715,79	+0,10	−0,02
„ 30	1	715,25	19,8	285,12	20,0	397,80	713,79	713,74	713,85	+0,05	−0,06
Juni 1	1	725,00	21,0	289,89	21,0	397,84	723,34	723,10	723,20	+0,24	+0,14
„ 6	1	727,40	22,0	291,00	21,6	397,78	725,62	725,55	725,65	+0,07	−0,03
„ 8	1	730,18	23,8	291,98	23,8	397,76	728,18	728,02	728,11	+0,16	+0,07
„ 9	1	724,65	24,6	289,01	25,0	397,80	722,57	722,30	722,41	+0,27	+0,16
„ 15	1	719,70	25,0	286,37	26,0	397,83	717,59	717,35	717,49	+0,24	+0,10
„ 18	1	725,32	17,0	290,61	17,6	397,80	724,13	724,07	724,17	+0,06	−0,04
„ 19	2	726,15	14,3	291,33	15,0	397,80	725,28	725,16	725,26	+0,12	+0,02
Juli 4	2	725,30	19,8	290,16	21,0	397,73	723,79	723,88	723,98	−0,09	−0,19
„ 6	1	729,43	23,7	291,68	23,8	397,70	727,44	727,57	727,66	−0,13	−0,22
„ 8	1	722,10	23,8	287,81	24,8	397,70	720,13	720,07	720,19	+0,06	−0,06
„ 10	1	721,57	19,7	288,40	19,8	397,75	720,08	720,12	720,24	−0,04	−0,16

Datum	Uhr	f	t	a	τ	m	b	b_1	b_2	Δ_1	Δ_2
1875											
Juli 11	8 V	723,15	18,9	289,27	19,7	397,88	721,75	721,58	721,69	+0,17	+0,06
„ 13	1	728,55	19,2	292,00	19,7	397,70	727,11	727,36	727,45	−0,25	−0,34
„ 16	1	717,20	20,6	286,07	20,5	397,65	715,61	715,93	716,05	−0,32	−0,44
„ 20	12	723,75	21,9	289,11	22,0	397,69	722,00	722,05	722,16	−0,05	−0,16
„ 26	9 V	730,32	19,0	292,92	21,0	397,88	728,92	729,05	729,12	−0,13	−0,20
Aug. 12	2	724,28	26,8	288,62	27,6	398,02	721,94	721,72	721,83	+0,22	+0,11
„ 17	1	731,20	27,7	291,92	29,5	398,10	728,74	728,65	728,74	+0,09	0,00
Sept. 7	3	728,50	21,0	292,20	21,0	398,15	726,84	727,09	727,18	−0,25	−0,34
„ 8	1	726,93	22,0	291,14	22,6	398,20	725,16	725,23	725,32	−0,07	−0,16
„ 9	1	725,25	22,5	290,13	23,3	398,20	723,41	723,35	723,45	+0,06	−0,04
„ 10	1	722,90	22.7	288,91	23,8	398,17	721,06	721,11	721,21	−0,05	−0,15
„ 11	1	726,00	22,4	290,66	22,6	398,15	724,17	724,36	724,46	−0,19	−0,29
„ 13	1	727,62	23,7	291,18	24,4	398,21	725,64	725,66	725,75	−0,02	−0,11
„ 16	1	728,21	18,7	292,51	19,0	398,29	726,82	727,08	727,17	−0,26	−0,35
„ 17	1	727,80	21,5	291,72	22,0	398,29	726,08	726,07	726,16	+0,01	−0,08
„ 31	10 V	722,50	15,8	289,95	15,8	398,30	721,46	721,52	721,62	−0,06	−0,16

Ich lasse jetzt die auf Excursionen gemachten Beobachtungen folgen:

Den 16. October 1874, Vergleichung des Aneroidmit dem Stationsbarometer in Schwyz, Abends 6 Uhr. Seine Correction ergab sich im Jahre 1865 zu + 0,87 gegen das Normalbarometer in Bern (in den bisherigen meteorologischen Beobachtungen steht wegen eines Versehens meinerseits — 0,13)

Stationsbarometer 713,20^{mm} Temperatur 16,5°

$$b = 711,30 + 0,87 = 712,17$$

Aneroidbar. 284,84^{mm} Temp. 16.5° Marke 398,12

$$b_1 = 712,04 \quad b_2 = 712,14.$$

Die Schwerecorrection wird (da die Höhe = 547 Meter) + 0,03, und somit corrigirt

$$b_1 = 712,07 \quad b_2 = 712,17 \quad \Delta_1 = + 0,10 \quad \Delta_2 = 0,00.$$

In der ersten Hälfte des April 1875 hatte ich das Instrument bei mir, während eines Landaufenthaltes, ohne

Vergleichungen zu machen; ebenso nahm ich es mit den 18. Mai 1875 auf einen Ausflug nach dem Gäbris (Angabe des Aneroid 654,45^{mm}), wie noch auf mehrere kleinere Excursionen, ohne Vergleichungen zu machen, nur um zu constatiren, dass Reisen und Erschütterungen keinen merkbaren Einfluss auf das Instrument haben. Endlich machte ich im Juli 1875 zwei Hauptexcursionen, eine auf den Uetliberg, die andere in die Kantone Schwyz und Uri, die folgende Resultate ergaben:

№	Ort.	Höhe Met.	Datum	Uhr	f	t	a	τ	m
			1875						
1	Fuss d. Uetlib.	500	Juli 11	9¾ V	716,70	19,6	285,44	22,0	397,65
2	Weiter oben	660	„ 11	10½ V	699,30	17,3	276,92	19,8	397,56
3	Utoculm . .	870	„ 11	12	687,75	19,7	270,40	20,0	397,53
4	Im Rückwege	660	„ 11	1 N	698,65	18,3	276,30	20,8	397,52
5	Fuss d. Berg.	500	„ 11	1¾ N	715,85	21,0	285,14	21,5	397,67
6	Schwyz . . .	540	„ 21	8 V	718,56	20,1	286,79	21,0	397,78
7	„ . . .	540	„ 22	7 V	714,75	18,8	285,00	19,0	397,78
8	Mythenweg .	870	„ 22	9 V	684,53	16,8	269,25	17,0	397,70
9	Gross. Mythen	1900	„ 22	1 V	605,95	9,7	223,40	11,0	397,77
10	Mythenweg .	870	„ 22	6 N	684,20	15,6	269,22	17,0	397,80
11	Schwyz . . .	540	„ 23	5 V	713,00	17,8	284,48	18,0	397,97
12	Altorf	450	„ 23	9½ V	717,40	18,9	286,75	19,0	398,10
13	Bürglen . . .	500	„ 24	6½ V	713,55	15,7	284,60	15,5	397,58
14	Unterschäch.	1020	„ 24	9 V	677,10	14,7	265,18	15,0	397,58
15	Alp Aesch .	1270	„ 24	11½ V	658,25	16,2	254,42	16,0	397,70
16	Balmalp . .	1730	„ 24	3½ N	620,45	14,8	231,31	17,0	397,27
17	Alp Mettenen	1670	„ 24	5 N	635,90	15,4	241,42	16,5	397,91
18	Weissenboden	1700	„ 25	4½ V	624,55	9,7	235,40	9,8	397,85
19	Ob. Sennalp	2080	„ 25	6½ V	595,30	11,4	216,44	9,5	397,75
20	Zwischen Faulen u. Rossstock . . .	2300	„ 25	9 V	580,25	11,0	205,90	10,0	397,69
21	Liedernenalp	1730	„ 25	11½ V	622,65	15,6	232,78	17,8	397,65

In grössern Höhen als die vorkommende von 2300 Meter konnten keine Vergleichungen gemacht werden, weil es einestheils unmöglich gewesen wäre den Fortinbarometer aufzuhängen, anderntheils an letzterem 574

Millimeter überhaupt die letzte mögliche Ablesung ist, doch ist zu erwarten, dass auch in noch grössern Höhen die Uebereinstimmung mit der Normaltabelle sich gezeigt hätte. Ich gebe nun in Folgendem die reducirten Beobachtungen. Dabei bedeutet b die auf 0° und den Berner Normalbarometer reducirte Fortinablesung, b_1 und b_2 die nach Normaltabelle I und II und auf 0° reducirten Aneroidablesungen ohne Schwerecorrection, $\Delta_1 = b - b_1$, $\Delta_2 = b - b_2$, σ die Schwerecorrection, $b'_1 = b_1 + \sigma$, $b'_2 = b_2 + \sigma$, $\Delta'_1 = b - b'_1$, $\Delta'_2 = b - b'_2$. Die Zahlen der ersten Colonne beziehen sich auf die entsprechenden Nummern der Beobachtungen.

№	b	b_1	b_2	Δ_1	Δ_2	σ	b'_1	b'_2	Δ'_1	Δ'_2
1	715,23	715,03	715,16	+0,20	+0,07	+0,02	715,05	715,18	+0,18	+0,05
2	698,15	697,27	697,30	−0,12	−0,15	+0,05	697,32	697,35	−0,17	−0,20
3	686,36	686,50	686,54	−0,14	−0,18	+0,10	686,60	686,64	−0,24	−0,28
4	697,38	697,64	697,67	−0,26	−0,29	+0,05	697,69	697,72	−0,31	−0,34
5	714,23	714,32	714,44	−0,09	−0,21	+0,02	697,34	697,46	−0,11	−0,23
6	717,02	717,17	717,31	−0,15	−0,29	+0,03	717,20	717,34	−0,18	−0,32
7	713,38	713,37	713,49	+0,01	−0,11	+0,03	713,40	713,52	−0,02	−0,12
8	683,47	683,62	683,67	−0,15	−0,20	+0,10	683,72	683,77	−0,25	−0,30
9	605,80	605,63	605,51	+0.17	+0,29	+0,28	605,91	605,79	−0,11	+0,01
10	683,28	683,39	683,44	−0,11	−0,16	+0,10	683,49	683,54	−0,21	−0,26
11	711,75	711,86	711,96	−0.11	−0,21	+0,03	711,89	711,99	−0,14	−0.24
12	716,01	716,13	716,26	−0,12	−0,25	+0,01	716,14	716,27	−0,13	−0,26
13	712,54	712,58	712,68	−0,04	−0,14	+0,02	712,60	712,70	−0,06	−0,16
14	676,29	676,17	676,20	+0,12	+0,09	+0,13	676,30	676,33	−0,01	−0,04
15	657,33	657,09	657,07	+0,24	+0,26	+0,17	657,26	657,24	+0,07	+0,09
16	619,77	619,50	619,43	+0,27	+0,34	+0,27	619,77	619,70	0,00	+0,07
17	635,12	634,68	634,77	+0,44	+0,35	+0,26	634,94	635,03	+0,18	+0,09
18	624,37	624,20	624,17	+0,17	+0,20	+0,27	624,47	624,44	−0,10	−0,07
19	595,00	594,83	594,83	+0,17	+0,17	+0,30	595,13	595,13	−0,13	−0,13
20	580,01	579,49	579.52	+0,52	+0,49	+0,34	579,83	579,86	+0,18	+0,15
21	621,88	621,32	621,26	+0,56	+0,62	+0,27	621,59	621,53	+0,29	+0,35

Die Vergleichungen sprechen wohl deutlich genug, und die Veränderung der Differenzen zwischen Aneroid- und Quecksilberbarometer dürfte kaum grösser sein als zwischen

zwei Quecksilberbarometern, wie sich aus folgenden Vergleichungen die im Jahre 1871 durch Herrn Prof. Wolf vorgenommen wurden unmittelbar ergibt: N sind die auf 0° reducirten Ablesungen des Zürcher Normalbarometers, das $0{,}47^{mm}$ tiefer als das Berner steht, H diejenigen an einem Heberbarometer, S diejenigen an dem Barometer der meteorologischen Station der Sternwarte.

Datum 1871		N	H	S	Differenzen N-H	N-S
October	13	729,7	729,1	730,0	+0,6	−0,3
„	14	25,0	25,1	25,1	−0,1	−0,1
„	15	22,3	22,0	22,4	+0,3	−0,1
„	16	21,8	21,7	22,1	+0,1	−0,3
„	17	24,4	23,9	24,6	+0,5	−0,2
„	18	23,3	23,0	23,6	+0,3	−0,3
„	19	18,5	18,2	18,7	+0,3	−0,2
„	20	21,5	21,1	21,6	+0,4	−0,1
„	21	25,1	24,8	25,2	÷0,3	−0,1
„	22	28,7	28,1	28,7	+0,6	0,0

Bei den geringen Abweichungen zwischen den Normaltabellen I und II lässt sich nicht wohl entscheiden, ob die eine oder die andere den Vorzug verdiene, doch sind im Allgemeinen nach II die Differenzen etwas kleiner als nach I, so dass ich mich der Ansicht hinneige, die durch Rechnung ausgeglichene Tabelle II verdiene den Vorzug.

Wenn ich nun auch natürlich keineswegs behaupten will, dieses neue Aneroid bleibe beständig unveränderlich, so glaube ich doch dargethan zu haben, dass es diese Eigenschaft während längerer Zeit beibehält, auch wenn es den Erschütterungen der Reise ausgesetzt ist, und es wäre wohl nicht unmöglich, dass es statt der etwas unbequemen Heber und Fortinbarometer zur Vergleichung

der Barometer auf meteorologischen Stationen mit annähernd gleicher Genauigkeit benutzt werden könnte, und vielleicht auch zur See gute Dienste leisten würde.

Natürlich müssen die Temperaturcorrectionen und die Normaltabellen mit grösst möglicher Sorgfalt und Geduld bestimmt werden, und soll jedes Instrument mindestens ein Jahr alt sein, bevor es zu ernstlichen Beobachtungen benutzt wird. Dass jedes Instrument unter ein, durch die Luftpumpe zu bestimmendes Minimum von Luftdruck nicht gebraucht werden darf, weil damit gleichsam die Elasticitätsgrenze überschritten wird, habe ich schon früher erwähnt.

Herr Billwiller, Chef der meteorologischen Centralanstalt, hat mein Aneroidbarometer auf einer Excursion ebenfalls mit einigen schon früher mit dem Fortin verglichenen Stationsbarometern verglichen und auch gute Uebereinstimmung gefunden.

Temperatur und Luftdruck in der freien Atmosphäre an Sommertagen.

An das Aneroidbarometer anschliessend möchte ich noch einige Notizen über eine zu barometrischen Höhenmessungen besonders günstige Zeit geben.

Nach den Untersuchungen von Bauernfeind, Rühlmann, Plantamour u. A. hat sich ergeben, dass die nach der gewöhnlichen barometrischen Höhenformel berechneten Höhendifferenzen aus Beobachtungen, die im Sommer zur Zeit des Temperaturmaximums gemacht werden, beträchtlich zu gross ausfallen, und man hat daraus gewiss mit Recht folgenden Schluss gezogen: Da im Mittel aus vielen Beobachtungen der Luftdruck an der obern Station der gleiche

sein muss, wie in gleicher Höhe senkrecht über der untern Station, so kann die Abweichung der berechneten von der richtigen Höhendifferenz nur darin liegen, dass die Temperaturabnahme in der freien Luftsäule eine andere ist, als sie sich aus der Temperatur an der obern und untern Station ergibt, und es haben die genannten Herren die Formel umgekehrt, und aus der untern Temperatur und den beiden Barometerständen die wahre Lufttemperatur in der freien Luftsäule in der Höhe der obern Station berechnet.

Daran anschliessend werde ich in Nachstehendem zeigen, dass man eine richtige Höhendifferenz aus Sommernachmittagsbeobachtungen erhalten kann, mit dem Vortheil, dass man die oft schwierig zu bestimmende Lufttemperatur der obern Station nicht zu ermitteln braucht, und desshalb im Mittel mehrerer Beobachtungen auch dann noch richtige Höhendifferenzen erhält, wenn die Stationen horizontal ziemlich weit auseinander liegen, sofern nur noch angenommen werden kann, dass die zufälligen Luftdruckdifferenzen in gleichen Höhen im Mittel ausgeglichen sind.

Ist Q die in einem Kilogramm Gas enthaltene Wärme, T die absolute Temperatur, c die specifische Wärme bei constantem Drucke, p der absolute Druck, A das Wärmeäquivalent des Kilogrammeters, R eine jedem Gas besonders angehörende Constante, so gibt die mechanische Wärmetheorie folgende Fundamentalgleichungen:

1) $$dQ = c\,dT - ART \, . \frac{dp}{p}$$

2) $$pv = RT$$

Diese Gleichungen gelten somit auch für die freie atmosphärische Luft.

Haben wir nun eine freie Luftsäule, und ist dh die unendlich kleine Höhenveränderung, so wird

$$dh = -\frac{RT}{p} . dp$$

also

$$dQ = c . dT + Adh \tag{3}$$

Hieraus folgt wie ich schon früher gezeigt habe (Vierteljahrsschrift, 16. Jahrgang, pag. 388)

$$A(h_2 - h_1) = cT_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{AR}{c}} e^{\frac{1}{c}\int\frac{dQ}{T}}\right] + Q_2 - Q_1 \tag{4}$$

wo h_1 und h_2 die Meereshöhen zweier senkrecht über einander sich befindenden Orte, p_2 und p_1 die entsprechenden absoluten Luftdrucke, T_1 die absolute Temperatur der Luft am untern Orte, Q_1 und Q_2 die in einem Kilogramm Luft an der untern und obern Station enthaltene absolute Wärmemenge bezeichnet.

Nehmen wir nun die Sommernachmittage, so haben wir an solchen einen mehr oder minder aufsteigenden Luftstrom, der, aus der Höhe der Federwolken zu schliessen, meist bis zu einer beträchtlichen Höhe hinaufreicht. Da die Luft direct nur sehr wenig Sonnenwärme aufnimmt, so kann das Aufsteigen als ohne Wärmeaufnahme und Abgabe vor sich gehend angenommen werden, namentlich an schönen wolkenlosen Tagen, wo durch Verdichtung von Wasserdampf keine Wärme frei wird. Dann ist

$$\int\frac{dQ}{T} = 0 \qquad Q_2 - Q_1 = 0$$

und unsere Gleichung wird

$$h_2 - h_1 = \frac{c}{A} T_1 \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{AR}{c}}\right) \tag{5}$$

welche somit die Höhendifferenz für Sommernachmittage geben wird.

A und R ändern mit der geographischen Breite und der Meereshöhe so zwar, dass AR constant bleibt. Dann sind R und c noch mit der Feuchtigkeit der Luft veränderlich. Ebenso ändert sich der absolute Luftdruck mit der Höhe und der Polhöhe gegenüber dem durch das Quecksilberbarometer angezeigten, so dass

$$6)\begin{cases} A = \dfrac{A_0 \cdot \varrho^2}{(1+\beta\cos 2\varphi)(\varrho+h_1)(\varrho+h_2)} \\ R = R_0(1+\beta\cos 2\varphi)\dfrac{(\varrho+h_1)(\varrho+h_2)}{\varrho^2}\left(1 + 0{,}378\dfrac{\pi}{p}\right) \\ c = c_0 + 0{,}1511\dfrac{\pi}{p} \end{cases}$$

wo π die absolute Feuchtigkeit der Luft in Millimetern Quecksilber, φ die Polhöhe, ϱ den Erdradius, R_0 und A_0 die Constanten unter 45° Polhöhe und im Meeresniveau bedeuten, so dass, weil für Paris $R = 29{,}272$

$$A_0 = \frac{1}{424} \qquad R_0 = 29{,}280$$

$c_0 = 0{,}23751$ ist die specifische Wärme der trockenen Luft bei constantem Drucke, $\beta = 0{,}0026257$ nach Bessel. Für ϱ kann ganz gut ein mittlerer Werth angenommen werden, so dass

$\varrho = 6366197$ vollkommen genügt.

Endlich ist für das Quecksilberbarometer, wenn b_1 und b_2 die Ablesungen an der untern und obern Station bezeichnen

$$7) \qquad \frac{p_1}{p_2} = \frac{b_1}{b_2}\frac{(\varrho+h_2)^2}{(\varrho+h_1)^2}$$

während

$$8) \qquad \frac{p_1}{p_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

wenn a_1 und a_2 die Angaben des Aneroid bezeichnen.

Gleichung 5 ist für die Rechnung etwas unbequem und kann so abgeändert werden, dass sie der gewöhnlichen Barometerformel entspricht. Sie kann nämlich in eine sehr rasch convergirende Reihe entwickelt werden, und man erhält:

$$h_2 - h_1 = \frac{c}{A} T_1 \left[-\frac{AR}{c} \mathfrak{L} \frac{p_2}{p_1} - \frac{1}{1.2} \left(\frac{AR}{c}\right)^2 \left(\mathfrak{L} \frac{p_2}{p_1}\right)^2 - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{1.2.3} \left(\frac{AR}{c}\right)^3 \left(\mathfrak{L} \frac{p_2}{p_1}\right)^3 - \ldots \right]$$

oder

$$9) \quad h_2 - h_1 = R T_1 \mathfrak{L} \frac{p_1}{p_2} \left[1 - \frac{1}{2} \frac{AR}{c} \mathfrak{L} \frac{p_1}{p_2} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{6} \left(\frac{AR}{c}\right)^2 \left(\mathfrak{L} \frac{p_1}{p_2}\right)^2 - \ldots \right]$$

wo $\mathfrak{L}$ den natürlichen Logarithmus bedeutet.

Setzen wir

$$10) \qquad H = R T_1 \mathfrak{L} \frac{p_1}{p_2}$$

so ist H nichts anderes als die nach der gewöhnlichen Barometergleichung aus dem untern und obern Barometerstande, aber nur mit der Temperatur der untern Station berechnete Höhendifferenz.

Sind wie früher schon angegeben a_1 und a_2 die Angaben des Aneroid, so ist unmittelbar

$$11) \qquad H = R T_1 \mathfrak{L} \frac{a_1}{a_2}$$

Werden dagegen die Beobachtungen am Quecksilberbarometer gemacht und mit b_1 und b_2 bezeichnet, so wird

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{(\varrho + h_2)^2}{(\varrho + h_1)^2}$$

und dann für die ganze Atmosphärenhöhe mit genügender Näherung

$$\mathfrak{L}\frac{p_1}{p_2} = \mathfrak{L}\frac{b_1}{b_2} + 2\frac{h_2 - h_1}{\varrho} \tag{12}$$

In dieser Gleichung kann ohne irgendwie merklichen Fehler für die vorkommenden Höhenunterschiede gesetzt werden

$$h_2 - h_1 = RT_1\,\mathfrak{L}\frac{b_1}{b_2}$$

also

$$\mathfrak{L}\frac{p_1}{p_2} = \left(1 + \frac{2RT_1}{\varrho}\right)\mathfrak{L}\frac{b_1}{b_2} \tag{13}$$

Dann wird

$$H = R\left(1 + 2\frac{RT_1}{\varrho}\right)T_1\,\mathfrak{L}\frac{b_1}{b_2} \tag{14}$$

oder

$$H = R\left(1 + 2\frac{RT_1}{\varrho}\right).\,MT_1\log\frac{b_1}{b_2}$$

wo $M = 2{,}302585$ den Modulus der gemeinen Logarithmen bezeichnet, und log die gemeinen Logarithmen.

Setzen wir endlich

$$S = R\left(1 + 2\frac{RT_1}{\varrho}\right)M$$

oder mit genügender Genauigkeit:

$$S = 29{,}280\,(1 + \beta\cos 2\varphi)\,\frac{(\varrho + h_1)(\varrho + h_2)}{\varrho^2}\left(1 + \right.$$
$$\left. + \frac{2\,.\,29{,}280\,T_1}{\varrho}\right)\left(1 + 0{,}378\,\frac{\pi}{b}\right)M \tag{15}$$

wo

$$\frac{\pi}{b} = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi_1}{b_1} + \frac{\pi_2}{b_2}\right)$$

so bekommen wir

16) $$H = S T_1 \log \frac{b_1}{b_2}$$

und hierauf endlich

17) $$h_2 - h_1 = H\left[1 - \frac{1}{2}\frac{AH}{cT_1} + \frac{1}{6}\left(\frac{AH}{cT_1}\right)^2 - \frac{1}{24}\left(\frac{AH^3}{cT_1}\right) + \ldots\right]$$

Bis zu Höhendifferenzen von 4000 Meter haben das 4. und die folgenden Glieder auf den Zehntelmeter keinen Einfluss und kann man daher einfach als definitive Höhenformel schreiben:

18) $$h_2 - h_1 = H - \frac{1}{2}H\left(\frac{AH}{cT_1}\right) + \frac{1}{6}H\left(\frac{AH}{cT_1}\right)^2$$

S ändert sich mit der geographischen Breite und der Meereshöhe nur wenig. Setzen wir nämlich:

19) $$S_1 = 29{,}280\,(1 + \beta \cos 2\varphi)\,\frac{(\varrho + h_1)(\varrho + h_2)}{\varrho^2}\left(1 + 2 \,.\, 29{,}280\,\frac{T_1}{\varrho}\right) M$$

so erhalten wir folgende Werthe von log S_1 für verschiedene Temperaturen, geographische Breiten und Meereshöhen, wenn durchweg $h_1 = 500$ Meter gesetzt wird.

$T_1 = 275°$

h_2	$\varphi = 30°$	$\varphi = 35°$	$\varphi = 40°$	$\varphi = 45°$	$\varphi = 50°$	$\varphi = 55°$	$\varphi = 60°$
0m	1,83047	1,83029	1,83010	1,82990	1,82970	1,82951	1,82933
1000	1,83054	1,83036	1,83017	1,82997	1,82977	1,82958	1,82940
2000	1,83061	1,83043	1,83024	1,83004	1,82984	1,92965	1,82947
3000	1,83068	1,83050	1,83031	1,83011	1,82991	1,82972	1,82954
4000	1,83075	1,83057	1,83038	1,83018	1,82998	1,82978	1,82961

$T_1 = 295°$

h_2	$\varphi = 30°$	$\varphi = 35°$	$\varphi = 40°$	$\varphi = 45°$	$\varphi = 50°$	$\varphi = 55°$	$\varphi = 60°$
0m	1,83055	1,83037	1,83018	1,82998	1,82978	1,82959	1,82941
1000	1,83062	1,83044	1,83025	1,83005	1,82985	1,82966	1,82948
2000	1,83069	1,83051	1,83032	1,83012	1,82992	1,82973	1,82955
3000	1,83076	1,83058	1,83039	1,83019	1,82999	1,82980	1,82962
4000	1,83083	1,83065	1,83046	1,83026	1,83006	1,82987	1,82968

Bezeichnen wir mit $\log S'_1$ die Werthe für die Temperatur von 275° und ΔT die Abweichung von dieser, so ist innerhalb der gewöhnlichen Temperaturgrenzen

$$\log S_1 = \log S'_1 + 0{,}000004 \Delta T$$

dann ist

$$S = S_1 \left(1 + 0{,}378 \frac{\pi}{b}\right) \tag{20}$$

Hieraus ergeben sich folgende Zusätze zu $\log S_1$ wegen der Feuchtigkeit:

$\frac{\pi}{b}$ =	0,000	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030
Zusatz =	0,00000	0,00082	0,00164	0,00246	0,00328	0,00408	0,00488

oder es ist mit genügender Näherung

$$\log S = \log S'_1 + 0{,}000004 \Delta T + 0{,}163 \cdot \frac{\pi}{b} \tag{21}$$

Der Quotient $\frac{A}{c}$ kommt nur in den Correctionsgliedern vor, und braucht daher nicht mit der äussersten Genauigkeit gerechnet zu werden, d. h. man kann den Einfluss der Schwereänderung gänzlich vernachlässigen. Da ferner die abgeleitete Gleichung nur speciell für die Sommernachmittage gilt, so ist die Feuchtigkeitsverschiedenheit so gering, dass auch c constant angenommen werden kann.

Was nun die Beträge betrifft, so habe ich bei A geschwankt zwischen dem früher angenommenen Werthe $A_1 = \frac{1}{424}$ und dem neuen Regnault'schen $A_2 = \frac{1}{436}$; ferner setzte ich, um den mittlern Feuchtigkeitsgehalt der Sommerluft zu berücksichtigen

$$c = 0{,}2400.$$

Nun ist

$$\log \frac{A_1}{c} = \overline{3},99242 \qquad \log \frac{A_2}{c} = \overline{3},98030$$

Um einen Anhaltspunkt für den Vorzug der einen oder der andern Grösse zu haben, benutzte ich Beobachtungen, bei denen ich sowohl über die Genauigkeit der Beobachtungen als auch über die genaue, durch Nivellement gefundene Höhendifferenz nicht im Zweifel sein konnte, nämlich Genf und St. Bernhard, wo die Höhendifferenz zwischen den Gefässen beider Barometer

2070,3 Meter

beträgt.

Das Mittel der Beobachtungen an beiden Orten ist für den Monat Juli 2 Uhr Nachmittags aus den Jahren 1841 bis 1858

$$b_1 = 727{,}17^{mm} \quad b_2 = 568{,}36^{mm}, \quad T_1 = 295{,}23^\circ \quad T_2 = 281{,}68^\circ$$

$$\pi_1 = 10{,}39^{mm} \quad \pi_2 = 5{,}04^{mm}, \quad \frac{\pi_1}{b_1} = 0{,}01422 \quad \frac{\pi_2}{b_2} = 0{,}00888$$

$$\frac{\pi}{b} = 0{,}01155$$

$$\log S'_1 = 1{,}82997 \qquad \log S = 1{,}83190$$

$$H = 2145{,}5 \qquad \frac{1}{2} H\left(\frac{A_1 H}{c T_1}\right) = 76{,}6 \qquad \frac{1}{2} H\left(\frac{A_2 H}{c T_1}\right) = 74{,}5$$

$$\frac{1}{6} H\left(\frac{A_1 H}{c T_1}\right)^2 = 1{,}8 \qquad \frac{1}{6} H\left(\frac{A_2 H}{c T_1}\right)^2 = 1{,}7$$

Mit dem Werthe $A_1 = \frac{1}{424}$ ergibt sich also

$$h_2 - h_1 = 2070{,}7 \text{ Meter}$$

und mit $A_2 = \frac{1}{436}$ finden wir

$$h_2 - h_1 = 2072{,}7 \text{ Meter}$$

also sprechen diese Beobachtungen eher für $A = \frac{1}{424}$, wesshalb ich auch diesen Werth zu Berechnung weiterer Höhendifferenzen oder also

$$\log \frac{A}{c} = \bar{3},99242$$

benutzt habe.

Um nun zu zeigen, welche Uebereinstimmung sich zeigt zwischen der wirklichen und der barometrischen Höhendifferenz, habe ich letztere für die Stationen Genf-St. Bernhard aus den Julimitteln 2 Uhr Nachmittags für verschiedene Jahre berechnet und folgende Ergebnisse erhalten, wobei ich nach der Erfahrung die relative Feuchtigkeit auf dem St. Bernhard 10 % grösser genommen habe als in Genf

Jahr	b_1	b_2	T_1	T_2	π_1	π_2	$\log S$	H	h_2-h_1
1865	727,72	569,89	297,06	283,52	11,09	5,68	1,83208	2142,5	2068,4
1866	726,80	568,16	295,80	282,73	10,70	5,56	1,83201	2148,6	2073,8
1867	727,32	568,17	295,24	281,71	9,36	4,76	1,83175	2149,5	2074,4
1868	726,46	568,24	296,36	282,33	11,17	5,43	1,83206	2147,6	2072,9
1869	727,98	570,61	298,45	285,27	12,06	6,36	1,83230	2145,7	2071,7
1870	726,44	569,15	298,92	283,96	10,90	5,30	1,83202	2151,5	2077,2

Natürlich würden sich bei Benutzung einzelner Beobachtungen grössere oder kleinere Abweichungen vom richtigen Werthe geben. In den Monaten Juni und August fallen die Höhendifferenzen schon um ein geringes zu klein aus; denn die Mittel der Jahre 1841 bis 58 liefern für Juni und August 2 Uhr Nachmittags 2068,9, resp. 2067,4 Meter. In ähnlicher Weise geben die Beobachtungen um 12 Uhr und 4 Uhr im Juli, im Mittel des gleichen Zeitraumes 2068,7 und 2066,1 Meter.

Ich habe auch noch auf gleiche Art die Höhendifferenz der horizontal weniger entfernten Orte Schwyz und Rigikulm bestimmt.

In den schweizerischen meteorologischen Beobachtungen ist die Höhe des Schwyzerbarometers zu 547^m angegeben. Die Barometerdifferenz zwischen Zürich und Schwyz be-

trägt aber 6,1^{mm}, was einer Höhendifferenz von 74 Meter gleich kommt. Nun ist die Höhe des Zürcherbarometers 480 Meter, und somit die des Schwyzerbarometers 554 Meter. Die Höhe des Barometers auf Rigikulm beträgt 1784 Meter, folglich die Höhendifferenz 1230 Meter.

Die Julimittel um 1 Uhr Mittags geben in den Jahren

Jahr	b_1	b_2	T_1	T_2	π_1	π_2	$\log S$	H	$h_2 - h_1$
1864	715,62	618,63	293,07	284,34	11,75	7,00	1,83224	1259,8	1233,4
1865	715,89	619,55	294,63	287,00	12,10	8,10	1,83242	1257,3	1231,3

Die Höhendifferenz Chaumont-Neuchâtel beträgt 664 Meter. Die Julimittel um 1 Uhr Nachmittags geben:

Jahr	b_1	b_2	T_1	T_2	π_1	π_2	$\log S$	H	$h_2 - h_1$
1864	720,57	667,26	296,26	290,15	11,70	9,60	1,83245	672,4	665,0
1865	720,84	667,79	297,25	291,30	11,25	10,00	1,83245	671,0	663,6

u. s. f. Ich glaube die angeführten Beispiele genügen, um die Richtigkeit der geäusserten Anschauungen und der erhaltenen Gleichungen darzuthun, namentlich wenn man bedenkt, dass rein auf physikalischem Wege gefundene Constanten benutzt wurden.

Es hätten eigentlich zur Rechnung nur an schönen Tagen gemachte Beobachtungen benutzt werden sollen. Der Monat Juli ist aber an und für sich schon ziemlich wolkenlos, um die einfache Benutzung des Monatsmittels zu gestatten. Nehmen wir für den Juli 1865 nur die 1 Uhr Beobachtungen an den 10 eigentlich schönen Tagen, nämlich den 4., 5., 6., 13., 14., 15., 16., 17., 19., 20., so bekommen wir für Rigi-Schwyz $b_1 = 716{,}33^{mm}$, $b_2 = 620{,}88^{mm}$, $T_1 = 297{,}58$, $T_2 = 290{,}10$, $\pi_1 = 11{,}50$, $\pi_2 = 7{,}97$, $\log S = 1{,}83234$, $H = 1256{,}1$ Meter, $h_2 - h_1 = 1230{,}4$ Meter.

Handelt es sich nur um ganze Meter, so kann $\log S'_1$ für Europa als constant angenommen und

$$\log S'_1 = 1{,}83000$$

also

22) $$\log S = 1{,}83000 + 0{,}000004 \varDelta T + 0{,}163 \frac{\pi}{b}$$

gesetzt werden. Der Einfluss des zweiten Gliedes ist nur gering, und um ihn für den Sommer zu berücksichtigen, setzen wir

23) $$\log S = 1{,}83005 + 0{,}163 \frac{\pi}{b}$$

Da die Beobachtungen immer in den Sommer fallen, so können wir auch ohne mehr als einen Meter in der Höhendifferenz zu fehlen einen mittlern Feuchtigkeitseinfluss einführen und setzen

24) $$\log S = 1{,}83200 \qquad \log \frac{A}{c} = \bar{3}{,}99242$$

Mit Benutzung dieser Werthe geben dann die Gleichungen 16 und 18 mit Leichtigkeit und genügender Genauigkeit die Höhendifferenz.

Ich lege nun nicht gerade das Hauptgewicht auf die praktische Anwendung der gewonnenen Resultate, sondern darauf, dass aus der Untersuchung die Richtigkeit der Anschauungen der mechanischen Wärmetheorie sich ergibt, und sich der Schluss ziehen lässt, dass die neuere Meteorologie, wie es zum Theil schon seit einigen Jahren geschehen, es nicht unterlassen darf, sich der genannten Theorie als eines sehr nützlichen Werkzeuges zu bedienen.

Ueber die geometrische Bedeutung der Multiplikation komplexer Zahlen.

Von

Joh. Orelli.

Wir haben in unserm Lehrbuch der Algebra, zweite Auflage, bei Anlass der komplexen Zahlen die Bemerkung gemacht, dass die meisten Schriften, welche über die geometrische Bedeutung komplexer Zahlen sprechen, sich einer ungenauen, ja geradezu unstatthaften, eine klare Vorstellung störenden Ausdrucksweise bedienen, indem sie nämlich Punkte der Ebene als geometrische Bilder der komplexen Zahlen betrachten. Wir haben dort erklärt, dass der Punkt, wo er auch in der Ebene liegen möge, nie das geometrische Bild einer andern Zahl als der absoluten Null sein könne, — dass wie das geometrische Bild der reellen Zahl 3 unbestritten nur das Dreifache der die Einheit repräsentirenden, übrigens ganz willkürlich gewählten Strecke sei, so auch die rein imaginäre und die komplexe Zahl zu ihrem geometrischen Bilde nur eine Linie und durchaus nicht einen Punkt haben können, dass also nicht der Zahlort der komplexen Zahl $\alpha + \beta i$, d. h. nicht der Punkt (α, β) diese Zahl repräsentire, sondern nur der aus Abscisse und Ordinate des Punktes zusammengesetzte gebrochene Zug, oder dann der nach Grösse und Richtung zugleich gewerthete Leitstrahl desselben als das geometrische Bild der Zahl $\alpha + \beta i$ aufgefasst werden müsse

und dass man daher auch nicht von Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von Punkten sprechen dürfe.

In einer im 3. Heft vom 5. Jahrgang der „Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht" erschienenen Recension spricht Herr Dr. Schwarz in Gumbinnen die Ansicht aus, es vertrage sich die Multiplikation zweier komplexen Zahlen durchaus nicht mit unserer Auffassung. Da wir in unserer Entgegnung (Heft I des 6. Jahrgangs der erwähnten Zeitschrift) auf diesen Punkt nicht spezieller eingetreten sind, so wollen wir hier den Nachweis leisten, dass nicht nur unsere Auffassung komplexer Zahlen mit der Multiplikation sehr verträglich ist, sondern dass diese Operation erst dadurch den richtigen Sinn erhält. Es wird sich dabei zugleich herausstellen, dass die bekannte Definition der Multiplikation (Ableitung des Produktes aus dem Multiplikanden in der gleichen Weise, wie der Multiplikator aus der positiven Einheit abgeleitet werden kann) weder so gesucht, noch so haltlos ist, wie Viele zu glauben scheinen, sobald man nur den allerdings zu allgemein gehaltenen Passus: „wie der Multiplikator aus der positiven Einheit ableitbar ist" ersetzt durch: wie der Multiplikator durch wiederholtes Setzen der positiven Einheit oder eines Theiles derselben, oder dann durch wiederholtes Setzen des Entgegengesetzten der positiven Einheit oder eines Theiles derselben entstanden gedacht werden kann.

Um die Verifikation der Resultate möglichst leicht zu machen, wollen wir spezielle komplexe Zahlen nehmen, etwa $2 + 3i$ als Multiplikand, als Multiplikator aber der Reihe nach:

$4 + 3i$, dann $-4 + 3i$, dann $4 - 3i$ und endlich $-4 - 3i$.

1) $(3+2i)(4+3i) = (3+2i)\,4 + (3+2i)\,3i$
$= 12 + 8i + (9+6i)\,i$
$= 12 + 8i + 9i - 6 = 6 + 17i.$

Erklärung: (Fig. 1) der Multiplikator $4+3i$ geht aus $+1$ hervor, indem man die positive Einheit erst 4, dann 3 mal als Summand setzt, das letzte Resultat zum ersten addirt und es schliesslich noch mit dem Faktor i multiplizirt. Da nun die Multiplikation einer Zahl mit dem Faktor i geometrisch einer Drehung der die Zahl repräsentirenden Strecke um 90° von rechts nach links gleichkommt, so werden wir zum Zahlort des Produktes $(3+2i)(4+3i)$ gelangen, wenn wir erst den Zahlort der komplexen Zahl $(3+2i) \,.\, 4 = 12 + 8i$ aufsuchen (Punkt C), dann von diesem aus um $(3+2i)\,3 = 9 + 6i$ fortschreiten, wodurch wir zum Punkte E gelangen (auf dem Wege CDE, wo $CD = 9$ und $DE = 6$), endlich mit diesem gebrochenen Zug CDE noch eine Drehung nach links um 90° ausführen (denselben mit i multipliciren), wodurch er in die Lage $CD'E'$ gebracht wird. Der Punkt E' ist dann der Zahlort des Produktes $(3+2i)$ $(4+3i)$. Und in der That: das analytisch ausgeführte Produkt ist $= 6 + 17i$, und der Punkt E' hat wirklich die Abscisse 6 und die Ordinate 17, so dass also der gebrochene Zug OFE' oder dann die Strecke OE' d. h. der nach Länge und Richtung gewerthete Leitstrahl des Punktes E' das geometrische Bild des Produktes der beiden Zahlen ist.

2) Haben wir das Produkt

$(3+2i)(-4+3i) = (3+2i)\,.\,(-4) + (3+2i)\,.\,3i$
$= -12 - 8i + (9+6i)i$
$= -12 - 8i + 9i - 6 = -18 + i,$

so bestimmen wir erst den Zahlort von $(3+2i).(-4) = -12-8i$, indem wir vom Nullpunkt O aus um 12 Einheiten nach links fortschreiten, vom Endpunkt G (Fig. 2) um 8 Einheiten abwärts gehen, wodurch wir zum Punkte H gelangen als dem Zahlort von $-12-8i$. Zu diesem Resultat (dem gebrochenen Zug OGH) addiren wir $9+6i$, indem wir von H aus um 9 Einheiten nach rechts schreiten, vom Endpunkt J aus noch um 6 Einheiten aufwärts, wodurch wir zum Punkte K gelangen. Nun ist aber dieser letzte Summand $(9+6i$ oder sein Repräsentant $HJK)$ noch mit i zu multipliziren, was geschieht, indem wir denselben noch um 90° nach links drehen, wodurch HJ in die Lage HJ' und JK in die Lage $J'K'$ übergeführt wird. Es ist daher K' der Zahlort des Produktes $(3+2i)$ $(-4+3i)$ oder der rechtwinklig gebrochene Zug OLK' das geometrische Bild dieses Produktes. Und wirklich ist das analytisch ausgeführte Produkt $= -18+i$, während der Punkt K' -18 zur Abscisse und $+1$ zur Ordinate hat.

3. Darstellung des Produktes

$$\begin{aligned}(3+2i)(4-3i) &= (3+2i).4+(3+2i)(-3i)\\ &= 12+8i+(-9-6i)i\\ &= 12+8i-9i+6 = 18-i\end{aligned}$$

Wir bilden das Produkt aus dem Multiplikanden $3+2i$ durch wiederholtes Setzen so, wie der Multiplikator $4-3i$ durch wiederholtes Setzen der positiven Einheit entsteht. Wir suchen also zuerst den Zahlort von $(3+2i).4 = 12+8i$, indem wir $OC' = 12$ und $C'C = 8$ machen und so zum Punkte C gelangen (Fig. 3). Zu der Zahl $12+8i$ addiren wir dann $-9-6i$, indem wir von C aus die Distanz $CD = -9$ auftragen und im Endpunkt D noch ein Per-

pendikel $DE = 6$ nach unten errichten; dann ist $OC'CDE$ der geometrische Repräsentant der Zahl $12 + 8i + (-9 - 6i)$. Nun ist aber der zweite Summand $-9 - 6i$ noch mit i zu multipliziren; wir müssen also den diesen Summanden repräsentirenden Zug CDE noch eine Drehung von links nach rechts um 90° machen lassen, wodurch CD in die Lage CD' und DE in die Lage $D'E'$ gebracht wird. Wir finden so den Punkt E' als Zahlort des Produktes $(3 + 2i)(4 - 3i)$. Und wirklich stimmt das geometrische Bild dieses Produktes, nämlich der gebrochene Zug OLE' vollkommen mit dem analytisch ausgeführten Produkt. Dieses ist $= 18 - i$ und da $OL = 18$ und $LE' = -i$, so ist wirklich der Zug OLE' das Bild der Zahl $18 - i$.

4. Darstellung des Produktes

$$(3 + 2i)(-4 - 3i) = -12 - 8i + (-9 - 6i)i$$
$$= -6 - 17i$$

Der Multiplikator $-4 - 3i$ geht aus der positiven Einheit hervor, indem man das Entgegengesetzte derselben erst 4 mal als Summand setzt, dann 3 mal und das letzte Resultat noch mit i multiplizirt. Wir werden also das Produkt finden, wenn wir das Entgegengesetzte des Multiplikanden, also $-3 - 2i$ erst 4 mal als Summand setzen, dann 3 mal, das letzte Resultat zum ersten addiren und es schliesslich noch mit i multipliziren. Wir tragen also (Fig. 4) erst das geometrische Bild der Zahl $(3 + 2i) \cdot (-4) = -12 - 8i$ auf, welches gleich ist dem gebrochenen Zug OGH; von dem Endpunkt H aus tragen wir den zweiten Summanden $(-9 - 6i)$ auf, indem wir $HJ = 9$ nach links abtragen, dann von dem Endpunkt J aus noch um 6 Einheiten abwärts gehen; wir kom-

men so zu dem Punkt K, welcher der Zahlort ist von $-12-8i+(-9-6i)$. Nun ist aber unser Produkt $=$ $-12-8i+(-9-6i)i$; wir müssen also den Summanden $-9-6i$ noch mit i multipliziren, d. h. sein geometrisches Bild HJK noch eine Umdrehung von 90° links herum machen lassen, wodurch HJ in die Lage HJ' und JK in die Lage $J'K'$ übergeführt wird. Der Endpunkt K' ist dann der Zahlort des Produktes $(3+2i)(-4-3i)$. Und wirklich hat der Punkt K' zur Abscisse $OL=-6$ und zur Ordinate $LK'=-17$; also wäre OLK' das geometrische Bild der komplexen Zahl $-6-17i$, wie denn auch die analytische Ausführung der Multiplikation $-6-17i$ als Produkt ergibt.

Hiemit wäre die Verträglichkeit unserer Auffassung der geometrischen Bilder komplexer Zahlen — als die vom Nullpunkt aus zum Zahlort führenden rechtwinklig gebrochenen Züge — mit dem Begriff der Multiplikation nachgewiesen. Da aber der nach Grösse und Richtung zugleich gewerthete Leitstrahl eines Punktes vollkommen äquivalent ist dem aus Abscisse und Ordinate zusammengesetzten rechtwinklig gebrochenen Zug, wie aus der Gleichung

$$\alpha+\beta i=\sqrt{\alpha^2+\beta^2}\left(\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}+\frac{\beta i}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}\right)=\varrho\,(\cos\varphi+i\sin\varphi)$$

hervorgeht, in welcher

$$\sqrt{\alpha^2+\beta^2}=\varrho \text{ und } \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}=\cos\varphi$$

gesetzt wurde, so folgt daraus, dass man ebenso gut den nach Grösse und Richtung zugleich gewertheten Leitstrahl als das geometrische Bild einer komplexen Zahl betrachten kann und dass daher diese letzte Auffassung mit dem

Begriffe der Multiplikation nicht minder verträglich sein muss.

Um indessen auch den letzten Zweifel zu heben, wollen wir hier noch einen besondern Nachweis folgen lassen.

Seien (Figur 5) A und A' zwei Punkte, die den komplexen Zahlen $\alpha + \beta i = \varrho\,(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ und $\alpha_1 + \beta_1 i = \varrho_1\,(\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1)$ entsprechen, so dass also $OB = \alpha$, $AB = \beta$, $OB' = \alpha_1$, $A'B' = \beta_1$, $OA = \varrho$, $OA' = \varrho_1$, $\sphericalangle AOB = \varphi$ und $\sphericalangle A'OB' = \varphi_1$ sei, dann führt die Ausführung der Multiplikation

$$(\alpha + \beta i)\,(\alpha_1 + \beta_1 i) = (\alpha + \beta i)\,\alpha_1 + (\alpha + \beta i)\,\beta_1 i$$

uns bei der geometrischen Darstellung zunächst auf den Punkt D als Zahlort des Produktes $(\alpha + \beta i)\,\alpha_1$. Wenn wir dazu addiren $(\alpha + \beta i)\,.\,\beta_1$, so kommen wir zum Punkte F als dem Zahlort der Summe $(\alpha + \beta i)\,\alpha_1 + (\alpha + \beta i)\,\beta_1$, und indem wir endlich den letzten Summanden noch mit i multipliziren d. h. geometrisch den gebrochenen Zug DEF noch um 90° links herum drehen, kommen wir zum Punkte M als dem Zahlort des Produktes $(\alpha + \beta i)\,(\alpha_1 + \beta_1 i)$ oder $\varrho\,(\cos\varphi + i\sin\varphi)\,.\,\varrho_1(\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1)$. Es wäre nun zu zeigen, dass der Leitstrahl OM dieses Punktes gleich dem Produkt der Leitstrahlen der beiden Punkte A und A', also $= \varrho\varrho_1$ und dass sein Winkel mit der X-Achse, also $MOC = \varphi + \varphi_1$ ist, wobei man selbstverständlich unter dem Produkt $\varrho\varrho_1$ nicht etwa das Rechteck der beiden Strecken ϱ und ϱ_1, sondern wieder eine Strecke sich zu denken hat, bestehend aus so vielen Längeneinheiten, als das Produkt der durch die Strecken ϱ und ϱ_1 repräsentirten Zahlen anzeigt.

Zunächst ist leicht einzusehen, dass die Punkte A, D und F mit dem Nullpunkt O in derselben Geraden liegen, denn da

$$\begin{aligned} OC &= \alpha\alpha_1 = OB \,.\, \alpha_1 \\ DC &= \beta\alpha_1 = AB \,.\, \alpha_1 \\ DE &= \alpha\beta_1 = OB \,.\, \beta_1 \\ EF &= \beta\beta_1 = AB \,.\, \beta_1, \end{aligned}$$

so sind die Dreiecke DOC und DEF beide ähnlich AOB, woraus folgt, dass $\sphericalangle BOA = \sphericalangle COD = \sphericalangle EDF$, und dass somit die Punkte O, A, D und F in gerader Linie liegen. Es ist daher DF die Verlängerung von OD, und da nach Drehung des Zuges DEF um 90° die Linie DF in die Lage DM kommt, so wird $DM \perp DF$, also auch $\perp OD$ und somit $\Delta\, DOM$ rechtwinklig in D sein. Nun ist aber $\Delta\, ODM \backsim \Delta\, OB'A'$; denn da

$$OD = \text{Modul von } (\alpha + \beta i)\,\alpha_1 = \alpha_1\sqrt{\alpha^2 + \beta^2},$$

$$DM = DF = \text{Modul von } (\alpha + \beta i)\,\beta_1 = \beta_1\sqrt{\alpha^2 + p^2}$$

so hat man die Proportion:

$$OD : MD = \alpha_1 : \beta_1 = OB' : A'B'$$

Es ist also wirklich $\Delta\, ODM \backsim \Delta\, OB'A'$, woraus folgt, dass

$$OM : OA' = OD : OB' \qquad (1)$$

Allein

$$\begin{aligned} OD &= \alpha_1\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \\ OB' &= \alpha_1 \text{; somit} \end{aligned}$$

$$OD : OB' = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} : 1 \text{ und da } \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = OA,$$

so hat man auch:

$$OD : OB' = OA : 1 \qquad (2)$$

Setzt man nun in (1) statt des zweiten Verhältnisses $OD : OB'$ das ihm gleiche Verhältniss $OA : 1$, so erhält man

$$OM : OA' = OA : 1$$

oder

$$OM : \varrho_1 = \varrho : 1$$

woraus endlich folgt:

$$OM = \varrho\varrho_1.$$

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ODM und $OA'B'$ folgt ferner, dass $\sphericalangle MOD = \sphericalangle A'OB' = \varphi_1$, und da überdiess $\sphericalangle AOB = \varphi$, so hat man

$$\sphericalangle MOC = \varphi + \varphi_1.$$

Es ist also wirklich der Leitstrahl des Punktes M (Zahlort des Produktes unserer beiden Komplexen) gleich dem Produkt der Leitstrahlen ϱ und ϱ_1 und er bildet mit der X-Achse einen Winkel $= \varphi + \varphi_1$ d. h.

Der nach Richtung und Grösse gewerthete Leitstrahl des Punktes M stellt geometrisch das Produkt der beiden Komplexen $\alpha + \beta i = \varrho(\cos\varphi + i \sin\varphi)$ und $\alpha_1 + \beta_1 i = \varrho_1 (\cos\varphi_1 + i \sin\varphi_1)$ dar.

In der Fig. (5) ist der Multiplikand $\alpha + \beta i = 2 + 3i$, der Multiplikator $\alpha_1 + \beta_1 i = 4 + i$, also $\alpha = OB = 2$, $\alpha_1 = OB' = 4$, $\beta = AB = 3$ und $\beta_1 = A'B' = 1$ angenommen worden.

Würde es sich bloss darum handeln, das Produkt $\varrho\varrho_1 [\cos(\varphi + \varphi_1) + i \sin(\varphi + \varphi_1)]$ der beiden Komplexen $\varrho(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ und $\varrho_1(\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1)$ zu konstruiren, denen die Punkte A und B (Fig. 6) entsprechen mögen, so überlegt man blos, dass $\varrho\varrho_1$ offenbar die 4te geometrische Proportionale zu 1, ϱ und ϱ_1 ist; denn aus der Proportion

$$1 : \varrho = \varrho_1 : x$$

folgt $x = \varrho\varrho_1$.

Wir tragen also von O aus eine Distanz $OC = 1$ auf der X-Achse ab, verbinden A mit C und tragen im

Punkte B an OB einen Winkel OBD ab $= \sphericalangle OCA$ und machen BD gleich der 4ten geometrischen Proportionalen zu 1, ϱ und AC; dann behaupten wir, dass OD der geometrische Repräsentant des Produktes $\varrho\varrho_1 [\cos(\varphi + \varphi_1) + i \sin(\varphi + \varphi_1)]$ sei. Denn unmittelbar nach Construktion ist $OBD \backsim OAC$; daher

$$OC : OB = OA : OD$$

oder

$$1 : \varrho_1 = \varrho : OD$$

somit $OD = \varrho\varrho_1$. Da überdiess $\sphericalangle DOB = \varphi$, so wird $\sphericalangle DOX = \varphi + \varphi_1$ sein.

Es ist somit das Dreieck OBD zwischen dem Produkt zweier Strecken und der einen Strecke ϱ_1 ähnlich dem Dreieck OCA zwischen der andern Strecke ϱ und der positiven Einheit, was durchaus nichts anderes heisst als:

Das Produkt OD ist aus dem Multiplikanden OB gerade so gebildet, wie der Multiplikator OA aus der positiven Einheit OC.

Durch blosse Umkehrung der vorigen Aufgabe bekommen wir das geometrische Bild des Quotienten zweier Strecken. Denn wenn wir das Produkt der beiden Strecken ϱ und ϱ_1 d. h. die Strecke OD mit ϱ_2 und den Winkel $DOX = \varphi + \varphi_1$ mit φ_2 bezeichnen, so ist $OA = \varrho$ der Quotient von ϱ_2 durch ϱ_1 und der Winkel $AOX = \varphi$ ist $= \varphi_2 - \varphi_1$. Allein $OA = \varrho$ können wir leicht durch Construktion der 4ten geometrischen Proportionalen zu ϱ_1, ϱ_2 und der positiven Einheit erhalten; denn offenbar ist

$$\varrho_1 : \varrho_2 = 1 : \frac{\varrho_2}{\varrho_1}.$$

Es ist also das Dreieck OAC zwischen dem Quotienten zweier Strecken und der positiven Einheit ähnlich dem

Dreieck zwischen den beiden Strecken selbst. Wenn also $\varrho = OA = \frac{\varrho_2}{\varrho_1}$ gemacht wird, so hat man:

$$\varrho_1 : \varrho_2 = 1 : \varrho$$

und der Winkel zwischen ϱ und der X-Achse ist $= \varphi_2 - \varphi_1$, was mit dem Resultat der analytischen Division vollkommen stimmt.

Die ganz ungezwungene Art, wie sich die Produkte komplexer Zahlen aus der Eingangs erwähnten Definition der Multiplikation ergeben, scheint uns Grund genug, die von Vielen angefochtene Definition beizubehalten, allerdings mit einer einschränkenden Modifikation. Wenn es auch Fälle gibt, wo sie nicht mehr passt, wofern man nicht vorher den Multiplikator in eine dekadische Zahl verwandelt, d. h. unmittelbar durch die Einheit oder durch Theile der Einheit ausdrückt, so scheint es uns desshalb doch noch keineswegs indicirt, sie auch für diejenigen Fälle zu verwerfen, wo sie nicht nur zulässig ist, sondern weit sicherer und rationeller zum Ziele führt, als jeder andere Weg. In der That hat von den dagegen erhobenen Einwendungen — Unbestimmtheit, Gezwungenheit und Unrichtigkeit in sofern, als sie gerade für die grundlegende Multiplikation nicht passe, »weil die absolute Einheit aus der positiven gar nicht ableitbar sei« — nur die erste Berechtigung, während die beiden anderen jedes stichhaltigen Grundes entbehren. Wenn man, ohne des wiederholten Setzens zu erwähnen, einfach sagt: Das Produkt müsse aus dem Multiplikanden in der gleichen Weise abgeleitet werden, wie der Multiplikator aus der positiven

Einheit, so liegt darin allerdings eine unstatthafte Unbestimmtheit, die, weil der Multiplikator stets auf sehr verschiedene Arten aus der positiven Einheit ableitbar ist, selbst zu ganz unrichtigen Resultaten führen kann und, wenn der Multiplikator eine Potenz oder eine Wurzelgrösse ist, auch wirklich führt, sobald die Potenz oder Wurzelgrösse nicht vorher in eine dekadische Zahl verwandelt wird. Will man daher richtig definiren, so darf man die ursprüngliche Bedeutung der Multiplikation als eines wiederholten Setzens nicht unerwähnt lassen. Die Multiplikation bleibt ein ein- oder mehrmaliges Setzen, auch wenn der Multiplikator eine gebrochene Zahl ist; nur ist es dann nicht mehr der Multiplikand selber, sondern der durch den Nenner des Multiplikators angedeutete Theil desselben, der so viel mal als Summand gesetzt werden muss, als der Zähler des Multiplikators anzeigt; — und wenn der Multiplikator eine negative ganze oder gebrochene Zahl ist, so wird die Multiplikation ein wiederholtes Setzen vom Entgegengesetzten des Multiplikanden oder eines Theiles davon. In allen diesen Fällen bleibt als gemeinschaftliches Merkmal, dass das Produkt aus dem Multiplikanden in der gleichen Weise abgeleitet wird, wie der Multiplikator unmittelbar durch wiederholtes Setzen der positiven Einheit oder ihres Entgegengesetzten oder dann eines Theiles derselben entstanden gedacht werden kann. Eine so gefasste Definition passt dann aber auf alle diejenigen Fälle, in welchen der Multiplikator irgend eine positive oder negative, ganze oder gebrochene, reelle oder komplexe Zahl ist.

Anders verhält es sich mit dem Einwurf der Gezwungenheit und Unnatürlichkeit. Es ist ein anerkanntes Prinzip in der Mathematik, bei Einführung neuer

Begriffe die Definitionen so zu fassen, dass sie entweder die frühern Definitionen als spezielle Fälle in sich enthalten oder dass dann wenigstens die für die frühern Begriffe entwickelten Operationsgesetze auch noch für die neu eingeführten Begriffe ihre Gültigkeit behalten. So sind z. B. die gewöhnlich für spitze Winkel aufgestellten Definitionen der goniometrischen Funktionen als spezielle Fälle in denjenigen enthalten, welche mit Hülfe von Abscisse, Ordinate und Leitstrahl eines Punktes vom beweglichen Schenkel eines die Grenze von 90° überschreitenden Winkels gegeben werden; es sind ferner die Definitionen einer Potenz mit dem Exponenten Null, mit einem negativen oder einem gebrochenen Exponenten konventionelle Annahmen, die zwar keineswegs aus dem ursprünglichen Begriff der Potenz resultiren, welche aber gemacht wurden, um die für gewisse Fälle nachweisbaren Operationsgesetze auch auf die übrigen Fälle ausdehnen zu können.

Ob es nun natürlicher und rationeller sei, die Relationen

$$(+a) . (-b) = -ab$$
$$(-a) . (-b) = +ab$$

als gleichsam vom Himmel gefallene Glaubenssätze zu adoptiren oder aber als Resultate hinzustellen, welche sich ganz von selbst ergeben, sobald man nur den ursprünglichen Begriff der Multiplikation in angemessener Weise verallgemeinert, das ist für uns allerdings gar keine Frage!

Was endlich den Einwurf anbelangt, die erwähnte Definition passe gerade für den einfachsten Fall nicht, weil die absolute Einheit aus der positiven gar nicht ableitbar sei, so scheint uns derselbe auf einer etwas selt-

samen Vorstellung, auf einem dunklen Nimbus zu beruhen, der bei Einzelnen die Begriffe der absoluten und der positiven Zahl umdüstert. Für uns unterscheidet sich die positive Zahl von der absoluten in gar Nichts als in ihrer Gegenüberstellung zu den negativen Zahlen. Wie wir in der negativen Zahl nichts anderes als eine als subtraktiv aufgefasste absolute Zahl erblicken, so ist uns die positive Zahl nichts anderes als eine in Beziehung zu den negativen Zahlen gebrachte absolute Zahl und es ist für uns ganz einerlei, ob wir sagen: Man kann sich die negative Zahl — 7 aus der positiven Einheit entstanden denken, indem man das Entgegengesetzte der positiven Einheit 7 mal als Summand setzt oder aber: man kann sich — 7 aus der absoluten Einheit entstanden denken, indem man diese erst subtraktiv nimmt und dann das Resultat 7 mal als Summand setzt. Und wenn wir eine positive oder negative Grösse mit der absoluten Zahl 7 multipliziren, so bekommen wir im ersten Fall ein positives, im letzten ein negatives Resultat, und zwar genau dasselbe, wie wenn wir sie mit der positiven Zahl + 7 multiplizirt hätten. Es liefert also die Multiplikation einer beliebigen Grösse mit der absoluten Zahl 7 nicht nur das gleiche Resultat, sondern hat auch ganz dieselbe Bedeutung, wie ihre Multiplikation mit der positiven Zahl + 7, so dass der von dieser Seite erhobene Einwand in der That als völlig bedeutungslos, als ein Streit um des Kaisers Bart bezeichnet werden muss.

Notizen.

Zur Kenntniss des Cyans. – Das Cyan verhält sich bekanntlich in manchen Beziehungen ganz so wie ein Element und zwar vor allem aus wie ein Element aus der Familie der Halogene.

Versuche, welche Herr K. Schelnberger auf meinen Wunsch vorgenommen hat, ergeben eine neue, nicht unwichtige Analogie — nämlich, dass der Wasserstoff von organischen Verbindungen wie durch die Halogene so auch durch das Cyan direct eliminirt und ersetzt werden kann. Es entsteht ein organisches Cyanür (Nitril) und anderseits Blausäure.

Leitet man Cyangas und Benzoldampf durch eine mässig glühende Röhre, so zeigt das Destillat zunächst einen betäubenden Blausäuregeruch, dann macht sich, wenn die Blausäure abgedunstet ist, der mildere bittermandelölartige Geruch des Cyanbenzols bemerkbar.

Der Betrag der Reaction zwischen dem Cyangas und dem Benzol ist zwar kein grosser, doch wurde bei Anwendung von etwa 150 Gramm Benzol durch Verseifung des Destillats u. s. w. genug Benzoesäure erhalten, um ihr Vorliegen durch eine genaue Prüfung der Eigenschaften, sowie durch die Analyse des Silbersalzes zweifellos festzustellen und zudem noch ein schönes Präparat zu erübrigen.

Durch das Entstehen von Benzoesäure ist die Præxistenz von Cyanbenzol selbstverständlich zweifellos gemacht. Hiernach wechselwirken das Benzol und Cyangas bei mässiger Rothgluth wie folgt:

$$C_6H_6 + C_2N_2 = C_6H_5 . CN + HCN.$$

Geht anstatt des Benzols Naphtalin zusammen mit Cyangas durch eine schwachglühende Röhre, so ist die Reaction eine genau analoge und entstehen demgemäss Blausäure und Cyannaphtalin:

$$C_{10}H_8 + C_2N_2 = C_{10}H_7 . CN + HCN.$$

Das Cyannaphtalin wurde nicht als solches isolirt, sondern aus der durch Verseifung u. s. w. erlangten Naphtoesäure erschlossen. Die Ausbeute an Naphtoesäure (fast nur αSäure) ist übrigens keine unerhebliche; wären nicht schon andere Methoden bekannt, so könnte man sich die Säure ohne zu viele Mühe auf dem hier beschriebenen Wege verschaffen.

Beiläufig sei erwähnt, dass Cyanbenzol und Cyannaphtalin wenigstens in kleinen Mengen auch dann entstehen, wenn man Benzol resp. Naphtalin und Cyanquecksilber im geschlossenen Rohre auf circa 400° erhitzt.

Die hier besprochenen Reactionsverhältnisse werden weiter verfolgt, zudem sollen auch die Halogencyanverbindungen auf ihr Verhalten zu organischen Substanzen untersucht werden.

[V. Merz.]

Ueber Benzolkalium. — Man benutzt bekanntlich die energische Einwirkung der Alkalimetalle auf sauerstoffhaltige Substanzen zur Reinigung der flüssigen Kohlenwasserstoffe, und man nimmt allgemein an, dass sie von diesen Metallen nicht angegriffen werden. Dieses indifferente Verhalten der Kohlenwasserstoffe gegen die Alkalimetalle scheint jedoch von der Temperatur und von der mit steigendem Atomgewicht wachsenden chemischen Energie jener Metalle abhängig zu sein. Während das Kalium mit dem Atomgewicht 39.1 in schmelzendes Naphtalin (79°.2) eingetragen auf dasselbe reagirt und ein Additionsproduct liefert, wirkt das Natrium mit dem Atomengewicht 23 auf Naphtalin bei 300° noch nicht ein. Eine ähnliche mit dem steigenden Atomgewicht wachsende und mit dem sinkenden abnehmende Energie zeigen wie diese, so auch die übrigen Alkalimetalle bei vielen chemischen Reactionen.

Gestützt auf die grössere chemische Energie des Kaliums liess ich dasselbe bei höherer Temperatur auf Benzol einwirken, in der Erwartung, ein Additionsproduct zu erhalten. In einer vorläufigen Mittheilung in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft[1]) habe ich bereits die Bildung eines

[1]) s. Jahrg. V. 1027.

Benzolkaliums bei diesem Versuch kurz erwähnt. Neuerdings habe ich diesen Körper mit Bezug auf seine Constitution eingehender untersucht.

Das Benzolkalium bildet sich, wenn man entwässertes Benzol mit blankem Kalium in geschlossenen Röhren erhitzt. Die Reaction beginnt schon zwischen 150—180°, sie geht vollständig vor sich, wenn man die Röhren circa 7 Stunden lang bei einer Temperatur von 230—250° erhält. Hat man keinen grossen Ueberschuss von Benzol genommen, so ist dieses, nach erfolgter Reaction, vollständig verschwunden und der Röhren-Inhalt besteht aus einer trockenen blauschwarzen krystallinischen Masse, welche als Ganzes nierenförmig geformt erscheint. Mitunter, wenn die Röhren weit genug sind und das Kalium in kleinen runden Stücken genommen wird, sieht man einzelne um ein kleines Kaliumkügelchen radial gruppirte sternförmige Bildungen. Das Benzolkalium ist im Ueberschusse von Benzol unlöslich, an die Luft gebracht entzündet es sich fast augenblicklich mit explosiver Heftigkeit und unter Verbreitung eines an Diphenyl erinnernden Geruches. Mit Aethylbromür, mit Wasser, mit Jod in Benzol-Lösung zersetzt es sich unter stürmischer Reaction. Da eine directe Analyse desselben nicht ausführbar war, so handelte es sich um die Untersuchung der unmittelbaren Derivate.

Einwirkung von Aethylbromür. Um zu entscheiden, ob das Reactionsproduct zwischen Benzol und Kalium durch Addition oder durch Substitution gebildet worden sei, liess ich, unter einer Benzol-Schicht, Aethylbromür auf dasselbe einwirken. Die Reaction beginnt schon bei gewöhnlicher Temperatur unter lebhafter Gasentwicklung und Bildung einer braunrothen Masse, welche nach einiger Zeit das noch unveränderte Kalium einschliesst und so die weitere Einwirkung des Aethylbromürs verhindert. Die Zersetzung wird daher erst nach gelindem Erwärmen im Wasserbade vollständig zu Ende gebracht. Da das Auftreten von Aethylen nach einer vorläufigen Probe wahrscheinlich war, so wurde das entweichende Gas bei weiteren Versuchen durch Brom geleitet. Ich untersuchte zunächst das durch Brom aufgenommene Product. Es wurde durch Schütteln mit verdünnter Kalilauge von überschüssigem

Brom getrennt, dann gewaschen und mit starker Schwefelsäure entwässert. Nach so erfolgter Reinigung resultirte eine farblose, leichtbewegliche, süsslich riechende Flüssigkeit, die bei 129° versiedete — welche Eigenschaften bekanntlich das Aethylendibromür characterisiren. Demnach war das bei der Reaction entweichende Gas Aethylen C_2H_4; zudem konnte noch Wasserstoff nachgewiesen werden.

Das braunrothe rückständige Hauptproduct, um es von Bromkalium zu trennen, wurde wiederholt mit siedendem Benzol ausgezogen, die Benzol-Lösung im Wasserbade abdestillirt und der Rückstand im Kohlensäure-Strom destillirt. Das Destillat erstarrte bis an einige ölige Tropfen, welche zuerst übergegangen waren, zu einer festen Masse, welche sich nach dem Umkrystallisiren aus siedendem Alkohol und zuletzt aus Benzol als ein schneeweisser Körper ausschied. Die nähere Untersuchung ergab nun, dass der Körper nichts anderes sei als Diphenylbenzol:

$$\begin{array}{c} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

Er schmolz bei 205°, sublimirte je nach der Temperatur in kleinen irisirenden Blättchen oder in reifähnlichen Krystallen. Bei raschem Sublimiren im Becherglas bildete er schneeweisse zusammengeballte Flocken. Die Elementaranalyse ergab:

	Gefunden.	Berechnet.
C	94.00	93.91
H	6.27	6.09

Um die Identität des erhaltenen Kohlenwasserstoffs mit Riese's Diphenylbenzol noch weiter zu begründen, wurde er in Eisessig mit dem fünffachen Gewichte Chromsäure oxydirt. Die so gewonnene Säure zeigte alle Eigenschaften der Paradiphenylcarbonsäure:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4-CO-OH. \end{array}$$

Sie krystallisirt aus Alkohol in büschelförmig gruppirten Nadeln, welche bei 217° schmelzen. Die durch Sublimation der Säure erhaltenen grossen, langen, glänzenden Nadeln zeigen dagegen constant den Schmelzpunkt 218° an. Es wurde ferner durch Sättigen der alkoholischen Lösung der Säure mit trockenem Salzsäure-Gas der Diphenylcarbonsäure — Aethyläther $C_6H_5-C_6H_4-CO-OC_2H_5$ dargestellt, der nach dem Umkrystallisiren bei 46° schmolz. Schliesslich wurde noch die Säure durch weitere Oxydation mit Chromsäure in Terephtalsäure übergeführt. Sowohl die Sublimation der Säure ohne vorherige Schmelzung als auch der Barium-Gehalt des schwer löslichen Barytsalzes bewiesen, dass die gewonnene Säure identisch sei mit der Terephtalsäure $COOH-C_6H_4-COOH$.

Für die Erklärung der Reaction zwischen Benzol und Kalium schien es mir wichtig, auch das bei der Destillation des Einwirkungsproductes von Aethylbromür auf Benzolkalium erhaltene Oel zu untersuchen. Aus einem kleinen Destillirkölbchen mit eingesenktem Thermometer wurde es fractionirt. Es ging Anfangs fast alles, bis auf eine Spur Diphenyl, gegen 225° über. Bei wiederholter Destillation versiedete es ziemlich constant bei 222°. Es war eine dicke, gelbe, anisartig riechende Flüssigkeit. Wegen der geringen Quantität derselben konnte sie nicht eingehend untersucht werden. Ich musste mich daher nur auf die Elementaranalyse beschränken. Sie gab nun folgende Werthe:

C 88.7
H 10.4

Aus diesen Zahlen berechnet sich die empirische Formel C_6H_8. Es liegt hier wahrscheinlich ein durch Aufnahme von H_2 entstandenes, aus der aromatischen — in die Fettreihe übergegangenes Condensationsproduct n . C_6H_8 vor.

Einwirkung von Wasser. Nach meiner vorläufigen Mittheilung[1]) liefert das Benzolkalium bei langsamer Zersetzung an der Luft unter einem Exsiccator und ferner mit Wasser unter einer Benzol-Schicht Diphenyl. Bei Wiederholung dieser

[1]) s. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft V. 1027.

Reaction habe ich dieselbe Thatsache constatiren können. Da ich jetzt mit einer etwas grösseren Menge Benzolkalium arbeitete, so war es mir möglich, auch die mit Wasserdämpfen nicht flüchtige braungelbe Masse näher zu untersuchen. Dabei fand ich, dass weitaus die Hauptmasse des Reactionsproductes zwischen Benzolkalium und Wasser Diphenylbenzol ist. Diphenyl im Verhältnisse zu jenem Kohlenwasserstoff entsteht nur in minimen Quantitäten. Auch bei dieser Zersetzung entsteht von dem oben erwähnten flüssigen Kohlenwasserstoff ($n . C_6H_8$); nach dem eigentlichen Hydrür (C_6H_8) des Benzols habe ich unter Beobachtung der nöthigen Massregeln vergebens gesucht.

Die Ausbeute an Diphenylbenzol bei der Zersetzung des Benzolkaliums mit Aethylbromür oder mit Wasser ist eine reichliche. Aus dem rohen Product kann das Diphenylbenzol durch Destillation im Kohlensäure-Strom oder, nach dem Trocknen des rohen, von Bromkalium, resp. Kaliumhydroxyd befreiten Productes, direct durch Sublimation gewonnen werden. Schon nach einmaligem Umkrystallisiren aus kochendem Alkohol schmilzt es bereits gegen 200°.

Die Frage nach der Zusammensetzung des Benzolkaliums nach diesen Umsetzungen lässt sich vor allem dahin beantworten, dass es ein Substitutions- und nicht Additionsproduct sein kann; und zwar ein einfaches C_6H_5K und ein zweifaches $C_6H_4K_2$. Denn es zersetzt sich sowohl durch Aethylbromür als auch durch Wasser und liefert als Hauptproduct Diphenylbenzol:

$$\begin{array}{c} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

und neben diesem äusserst wenig Diphenyl:

$$\begin{array}{c} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

Und weil in den Einschmelzröhren kein Druck vorhanden ist

so muss der im Benzol substituirte Wasserstoff als Kaliumwasserstoff gebunden sein — und von diesem rührt auch, vermuthlich, die explosive Eigenschaft des Benzolkaliums her.

Ich glaube daher aus diesen Reactionen die Formeln

$$C_6H_5K + C_6H_4K_2 \text{ oder } \begin{array}{l} C_6H_5 + C_6H_5K \\ | \\ C_6H_4K \end{array}$$

für die Kalium-Verbindungen des Benzols ableiten und die Umsetzungen mit Aethylbromür und Wasser durch folgende Gleichungen erklären zu können:

$$\begin{array}{l} C_6H_5K \\ C_6H_4K_2 \\ C_6H_5K \end{array} + 4\,C_2H_5Br = 4\text{ KBr} + 2\,H_2 + 4\,C_2H_4 + \begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C^6H_4 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} C_6H_5K \\ C_6H_4K_2 \\ C_6H_5K \end{array} + 4\,H_2O = 4\,KOH + 2\,H_2 + \begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

Nur ein geringer Theil des C_6H_5K entgeht der Diphenylbenzol-Bildung und liefert für sich Diphenyl:

$$\begin{array}{l} C_6H_5K \\ C_6H_5K \end{array} + 2\,H_2O = 2\,KOH + H_2 + \begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

Auch ein condensirtes Benzolkalium wie

$$\begin{array}{l} C_6H_5K \\ | \\ C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4K \end{array}$$

wäre im Stande, aber nur durch Aufnahme von H_2, Diphenylbenzol, jedoch kein Diphenyl zu liefern.

[H. Abeljanz.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 2. August 1875.

1. Die Herren Wanner, Lehrer an der höhern Töchterschule und Dr. med. Stoll melden sich zur Aufnahme in die Gesellschaft.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von der Tit. Bundeskanzlei.

Rapport mensuel sur les travaux de la ligne du S. Gotthard. Nr. 30.

Von Herrn G. A. Hirn in Vogelbach.

Théorie mécanique de la chaleur. 3ième éd. T. 1. 8 Paris 1875.

Von Herrn Prof. Dr. Radlkofer in München.

Radlkofer, L. Serjania sapindacearum genus monographice descriptum. 4 München 1875.

Von Herrn Prof. R. Wolf.

Procès-verbal de la 19ième séance de la comm. géodés. Suisse.

Von Verschiedenen.

Bericht des hydro-technischen Comités über die Abnahme von Quellen u. s. w.

Schweinfurth, discours d'inauguration de la soc. Khédiv, de Géogr. au Caire.

Vom Verfasser.

Kölliker, A., Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei.

Von Herrn Prof. Scherr.

Fleck, Dr. H., Benzolsäure, Carbolsäure u. s. w., München 1875.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrschrift.

Bulletin de la société J. des naturalistes de Moscau. 1874. 4.

Sitzungsberichte der Isis in Dresden. 1874, Oct.

Sitzungsberichte der K. Gesellsch. der W. in Prag. 1874.

Notizblatt d. Vereins f. Erdkunde zu Darmstadt, III. 13.

Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. III. 3.

Jahresbericht 23 und 24 der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover.

Vierteljahrschrift der Astronom. Gesellschaft zu Leipzig. X. 2.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau. 1874.
Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte. Jahrgang XXXI.
Bulletin de l'acad. Impériale des sciences de S. Pétersbourg. XIX. 4. 5. XX. 1. 2.
Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Folge VI. Bd. 7. 1—5.
Erlenmeyer, Dr. E., Ueber Liebigs Einfluss auf die Entwickl. d. Chemie. 4. München 1874.
Mineralogische Mittheilungen, herausg. v. G. Tschermack. 1874. 1—4.
Notizblatt des technischen Vereins zu Riga. 1875. 1.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 1875. 6.
Berichte der deutschen geolog. Gesellschaft. VIII. 13.

D. Anschaffungen.

Du Moncel, Th. Exposé des applications de l'électricité. T. III. 8. Paris 1874. 3ième éd.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. V. 2.
Palæontographica. XX. II. 6.
Annalen der Chemie. Bd. 177. 2. 3.
Darwin, Ch., Insectivorous plants. 8. London 1875.

3. Herr Prof. Carl Mayer hält folgenden Vortrag über das Alter der Au-Nagelfluh:

„Unter den vielen fluviatilen Ablagerungen des Kantons Zürich, welche mit dem nur petrographisch bezeichnenden Namen „löcherige Nagelfluh" belegt und bisanhin sämmtlich zu den quartären oder diluvialen Gebilden gezählt worden sind, nimmt diejenige, aus welcher bekanntlich die Halbinsel Au, zwischen Horgen und Wädensweil, besteht, aus mehrfachen Rücksichten eine der ersten Stellen ein. Die grosse Aehnlichkeit dieser Au-Nagelfluh mit derjenigen der Uto-Kuppe, bei so verschiedenem Niveau beider Ablagerungen, wurde in der That für den ersten Ordner dieser Gebilde, Herrn Professor Escher von der Linth, mit ein Hauptgrund zur Annahme, dass beide gleich alt, nämlich alt-diluvial und folglich, d. h. ihres

grossen Niveau-Unterschiedes wegen, nicht normale Flussablagerungen, sondern das Product von (lokalen?!) Seitengewässern der ersten grossen Gletscher oder von Flüssen unter diesen seien.*) Wichtig ist ferner die Au-Nagelfluh für den Geologen wegen ihrer Connectionen mit der nahen und ganz ähnlichen löcherigen Nagelfluh der südlichen Umgegend von Wädensweil, bei ebenfalls nicht unbedeutendem Niveau-Unterschiede beider. Interessant endlich, und nicht bloss für den Geologen, dürfte die Erklärung der Entstehung einer Insel sein — denn die Au war offenbar früher eine solche —, welche gänzlich aus geologisch sehr jungem Gesteine aufgebaut, dennoch, seit Jahrtausenden, den Elementen trotzt und nun wie eine Warnungstafel am Rande eines Abgrunds steht. Nachdem ich Ihnen daher, in meinem Vortrage vom 7. Juni, an der Hand der neuen Aufschlüsse auf dem Uto und der stratigraphischen Untersuchungen im Auslande, die wahren Verhältnisse der Uto-Nagelfluh, d. h. ihre geologische Stellung unmittelbar über der oberen Süsswasser-Molasse gezeigt, soll es meine heutige Aufgabe sein, anknüpfend an meinen letzten Vortrag und denselben als Beitrag zur Wegräumung der unhaltbaren Hypothese immenser erster Gletscher vervollständigend, Ihnen die geologischen Verhältnisse der Au meinerseits vorzuführen und die Beweise vor Ihnen anzuhäufen, dass auch die dortige Nagelfluh, erstens rein fluviatil, d. h. eine normale Fluss-, Geröll-, Sand- und Schlamm-Ablagerung und zweitens nicht diluvial, sondern um eine Stufe älter als das Saharian, also pliocän oder astisch sei. — Die nicht stratigraphisch und ursprünglich, sondern nur durch Schutt und Sumpf mit dem linken See-Ufer zusammenhängende Halbinsel Au bildet eine unregelmässige Ellipse von circa 700 Meter Länge, bei circa 300 Meter Breite und circa 20 Meter Höhe, welche parallel dem See-Ufer läuft und von einer mittlern Längskante aus, nach allen Seiten ziemlich gleichmässig abfällt und grosso

*) Meines Wissens beruht bei uns die Hypothese einer weit grösseren Ausdehnung der Gletscher während der ersten Eiszeit als während der zweiten vornehmlich auf dieser petrographischen Aehnlichkeit der Au- und Uto-Nagelfluh.

modo abgerundet erscheint. Diese isolirte Landmasse nun besteht, wie man sich auf einer Tour um ihren Fuss leicht überzeugen kann, ganz aus sogenannter löcheriger Nagelfluh, d. h. mehr oder weniger locker agglomerirten Geröllmassen, welche, an einzelnen Stellen, von sandigen oder schlammigen Lehmschichten auf geringen Distanzen durchsetzt werden und denen eine, fast vom See-Gestade bis zum Kamme reichende, auf der Ostseite mehr schlammige, auf der Westseite sandige, grössere Masse feinerer Elemente, welche indessen seitlich und unten wieder in Conglomerat übergehen, eingelagert ist. Die Schichtenlage dieses Gebildes scheint im Ganzen normal, d. h. so ziemlich horizontal zu sein, denn das lokale Abfallen der Schichten auf der Ostseite lässt sich durch Lostrennung und Rutschung grösserer Nagelfluh-Massen, und die unregelmässige, nach Aussen abfallende Schichtung der Sand- und Geröll-Partie, im Landgute an der Westseite, durch Strom-Strudel erklären. Was die petrographische Beschaffenheit der Nagelfluh betrifft, so ist sie, auf der ganzen Ostseite der Au, bis an einige, später zu besprechende Merkmale*), die der locker und durch Kalksinter agglomerirten Uto-Nagelfluh. Die Gerölle sind, wohl zufällig, im Ganzen etwas kleiner; es scheinen kopfgrosse Stücke zu fehlen; sonst ist alles unregelmässig und doch deutlich geschichtet, hier wie dort. Die Gerölle sind auch hier meistens stark abgerollt, nur möchte das Verhältniss der flachgerollten ein ziemlich geringeres sein, als bei der Uto-Nagelfluh. Dagegen fehlt auch hier jede Spur von scharfeckigen oder gar gekritzten, grösseren Blöcken, wie sie Gletscher-Wasser führen. Die Sand-Partien, in welchen Lagen von kleinen, schön abgerundeten Geröllen auslaufen, entsprechen ganz dem Sande eines grossen Flusses. Ebenso lassen sich die grösseren Schlamm- und Sand-Partien ohne Zwang auf eine Bucht- oder Untiefen-Bildung, vielleicht auf den ausgehöhlten Fuss eines Wasserfalles zurückführen. Es spricht daher am ganzen Complex dieser Bildung, so wenig als an derjenigen der Uto-Kuppe, rein nichts dafür, dass sie sich in unmittelbarer Nähe eines Gletschers und so zu sagen als dessen Pro-

*) vide Bemerkungen, 1.

duct abgelagert habe, sondern Alles an ihr, und auch ihre ungeahnte Mächtigkeit, deutet darauf hin, dass sie eine normale Strom-Ablagerung sei. — Nun treten aber auch hier, wie auf dem Uetliberg, zu diesen der Beschaffenheit des Gebildes entnommenen Gründen für seine rein fluviatile Natur, die noch gewichtigeren Momente seiner orographischen und stratigraphischen Verhältnisse, welche, trotz hier scheinbar viel günstigerer Sachlage für die Annahme eines Gletscher-Wasser-Absatzes als auf dem Uto, bei gehöriger Erwägung, keine Möglichkeit für diese Annahme zulassen und abschliessend zur Erkenntniss des wahren Sachverhalts führen. Die Au-Nagelfluh ist bekanntlich identisch mit derjenigen des nahen Wädensweil (Waisenhaus, Steinbruch, Altschloss) und diese nahen Connectionen beider Ablagerungen zeigen klar, dass sie der gleichen geologischen Epoche angehören, obwohl die erste mit ihrer Basis um volle 70 Meter tiefer liegt als die zweite, im Steinbruch von Wädensweil, und gar um 120 Meter tiefer als diese, beim Altschloss. Wie nun allseitig angenommen wird und wie aus dem früher erwähnten Vorkommen von erratischen Blöcken der ersten Gletscher-Zeit bei Wetzikon, Dürnten und speziell bei Utznach erhellt, war zu jener Zeit das Zürichsee-Thal bereits vorhanden und jedenfalls bis zum jetzigen Seeniveau, wenn nicht schon vollständig, ausgehöhlt. Unter solchen Umständen aber mag man sich wieder den ersten Limmatthal-Gletscher so gross und das unter seiner Wölbung fliessende Gletscherwasser so stark vorstellen als man will, so wird dieses nie, weder beim Vorrücken noch beim Rückzug des Gletschers, noch in der Zwischenzeit vermocht haben, auf einer Thalseite, an einem Bergabhange, 132 und 62 Meter über dem angenommenen Thalgrund (Basis der Nagelfluh unter Schloss Wädensweil 550? Meter, im Steinbruche 480? Meter; Seeniveau 418 M.) Geröllmassen wie diejenigen von Wädensweil zu führen und abzulagern, denn es ist doch klar, dass dieser hypothetische Gletscherfluss sich in der Tiefe bewegen musste und keine 132 Meter Gerölle aufschichten konnte! Wenn aber das Seethal, wie vielleicht bewiesen werden kann, zur sogenannten ersten Gletscherzeit bereits vollständig ausgebildet war, so ist die

betreffende Hypothese vor diesem Abgrunde erst recht haltlos. — Haben wir es daher bei der Au- und Wädensweiler löcherigen Nagelfluh, augenscheinlich wieder mit einer ältern und gewöhnlichen Flussablagerung zu thun, so leuchtet es, bei den gegebenen geographischen und orographischen Verhältnissen ein, dass diese unmöglich gleich alt wie diejenige der Uto-Kuppe, sondern um die ganze Zeit, welche für die Bildung des Seethales bis zum Seeniveau nöthig gewesen, jünger sein muss. Welchem von den auf das obere Messinian gefolgten Zeit-Abschnitten, welcher geologischen Epoche mag nun dieses neue Gebilde entsprechen? Diess zu ergründen soll der Zweck folgender Betrachtungen sein. — Die auf die mio-pliocäne Stufe, das Messinian, folgende Abtheilung der Tertiärformation ist das Pliocäne oder Astian, welche Stufe ihrerseits der letzten Periode, dem Diluvium oder Saharian vorangeht. Da in neuester Zeit ein bekannter italienischer Geologe*), der leider die typischen pliocänen Gebilde seines Vaterlandes nicht sehr genau zu kennen scheint, die Ansicht vertreten hat, dass die zwei obersttertiären Stufen nicht dem Alter nach, sondern nur als Facies der gleichen Stufe verschieden seien, und er gewisse, in meinen Augen zum grösseren Theile auf Selbsttäuschung beruhende Gründe für seine Ansicht bekannt gemacht, so ist es nöthig, hier vorerst die Thatsachen, auf welchen die Klassifikation der zwei jüngsten Tertiär-Stufen fusst, in Erinnerung zu bringen, bevor wir auf die Anwendung auf unseren speziellen Fall, des längeren Zeitmasses, welches diese Thatsachen bedingen, eintreten. — Das Astian zerfällt normal in drei marine Abtheilungen, von sehr ungleicher Grösse, nämlich in die Schichten von Tabbiano (das Unter-Pliocäne), welche in Südeuropa constant aus, bis 300 Meter und vielleicht darüber mächtigen, blauen Thonen bestehen und durch ihre Gastropoden-Fauna sehr bezeichnet sind; in die Schichten von Lugagnano, darüber, welche bei Piacenza am besten entwickelt, hier bis 30 Meter mächtig sind, constant ebenfalls aus blauen, doch schon etwas sandigen

*) A. Stoppani. Il mare glaciale a' piedi delle alpi. — Milano, 1874.

Thonen bestehen und eine Fauna besitzen, welche sich durch das Fehlen einer Menge Arten der unteren Abtheilung und das zahlreiche und häufige Auftreten jüngerer Spezies kenntlich macht (diese Abtheilung fehlt am Südrand der Alpen und ist um Asti nur um 1 bis 4 Meter mächtig); und in die Schichten von Andona, typisch bei Asti entwickelt, hier und im nördlichen Apennin ebenfalls circa 30 Meter mächtig und aus fast überall gelbem Sande, mit einer vorwiegend aus Individuen von Muscheln bestehenden Fauna, zusammengesetzt. (Diese obere Abtheilung kömmt, meines Wissens, am Südrande der Alpen nur zu Masserano bei Biella und umgearbeitet bei Varese und Como vor.) Nach dem Maximum der Mächtigkeit dieser drei Abtheilungen nun, nach ihrer Conchylien-Masse und den geringen Veränderungen in ihren zwei oberen, meist aus recenten Arten bestehenden Faunen, habe ich in meiner Tabelle von 1868 die Zeitdauer der pliocänen Periode auf 30,000 Jahre im Minimum geschätzt und ich glaube damit nicht tief unter die Wirklichkeit gegriffen zu haben und in keinem Falle darüber hinausgegangen zu sein. Den angegebenen Verhältnissen (Mächtigkeit, approximative Menge der Generationen etc.) entsprechend, müssen sich aber diese circa 30,000 Jahre zu vollen fünf Sechsteln auf die Zeitdauer der ersten Ablagerung und zu einem Sechstel auf diejenige der zweiten und dritten zusammen vertheilen, was für jene eine Zeitdauer von wenigstens 25,000 Jahren ergibt. — Das auf drei Unterabtheilungen reducirte Saharian seinerseits besteht aus den Schichten von Cromer, der sogenannten ersten Gletscherzeit entsprechend und bezeichnet durch Elephas meridionalis und Hippopotamus major; den Schichten von St. Acheul oder der sogenannten Zwischen-Gletscher-Zeit, mit häufigen Elephas primigenius und Ursus spelæus; und den Schichten von Zürich oder der zweiten (und vielleicht eigentlichen) Gletscher-Zeit. Die Gebilde der zwei ersten Epochen, seien sie marin, wie der Crag von Norwich, seien sie fluviatil, wie der Sansino des Arno-Thales und die Schieferkohlen und Gerölle von Wetzikon und Utznach, sind wenig mächtig, je 20 bis höchstens 30 Meter dick; ihre Faunen und Floren wenig ändernd, deren Generationen nicht zahlreich, und ihre Bildung beansprucht daher,

bei mangelnden sichern Daten für die Annahme einer kolossalen Ausdehnung der ersten Thalgletscher, nur eine kleine Zahl von Jahrtausenden. Nicht so die dritte Abtheilung, denn das Erreichen des Fusses der Uto-Kuppe von Seite des Limmat-Gletschers und der höchsten Jura-Pässe von Seite des Rhone-Gletschers deutet auf eine Dauer der betreffenden Eis-Epoche, die mit 15,000 Jahren kaum zu hoch beziffert sein dürfte. Gegenüber nun jener neuen Ansicht von Professor Stoppani, nach welcher der Hapttheil der Diluvial-Zeit mit dem Pliocänen zusammenfiele, brauche ich nur daran zu erinnern, dass im Becken von Asti das fluviatile Saharian I., mit Elephas meridionalis und Hippopotamus major, dem rein marinen Astian III. aufgelagert ist und dass in England gleichfalls der altdiluviale Crag von Norwich, mit den ebengenannten zwei bezeichnenden Säugethier-Arten, auf dem oberpliocänen Crag von Norfolk folgt, während bei London die interglacialen Schichten mit Elephas primigenius, Ursus spelæus etc. von dem altdiluvialen Walde von Cromer, mit eben jenen andern Mammiferen, getragen werden, um die Lyell'sche Unterscheidung des Pliocänes und Pleistocänes oder älteren Diluviums und damit die angenommene Zeitdauer von wenigstens 50,000 Jahren seit Beginn des Pliocänes zu rechtfertigen. — Kehren wir, nach dieser für unser sicheres Vorgehen nöthig gewesenen Herstellung der wirklichen Reihenfolge der oberst-tertiären Epochen, zu unserer Frage betreffend das Alter der als rein fluviatil erkannten Au-Nagelfluh zurück, und versuchen wir nunmehr dieselbe an der Hand unserer chronologischen Niveau-Tabelle zu lösen. Wie wir wissen, gehört die Uto-Nagelfluh-Ablagerung dem Flusse an, der nach Trockenlegung des grossen Sees, worin sich die obere Süsswasser-Molasse abgelagert hat, über diese weg die damaligen Rhein- und Linththal-Gewässer dem Meere zuführte, also noch der messinischen Alpenhebungsperiode. Während nun nach und während der neuen Senkung im Alpengebiete, welche das erste pliocäne Meer unter Anderem bis in's obere Pothal und bis zum Fusse der Alpen, nach Biella, Varese und Como brachte, die nordseitigen Alpen-Gewässer natürlich keinen Augenblick zu fliessen aufhörten, bekam der uns speziell interessirende Wee-

sener-Strom, sei's wahrscheinlich in Folge einer kleinen Senkung am Nordfuss der Alpen, sei's in Folge eines Doppel-Risses in der Richtung des Zürichsee's, einen etwas veränderten Lauf und half nun, unter Aufnahme der Sihl für so und so viel Zeit, mit, das weite Thal zwischen der Albis- und der Pfannenstiel-Kette aushöhlen. Bei dieser langen Arbeit kam der Strom, im Verlaufe der 25,000 und mehr Jahre, welche wir als für die Bildung des marinen untern Astian nöthig gefunden haben, nach Auswaschung des betreffenden Theiles der noch ganz recenten und weichen, aber stellenweise jedenfalls, wie jetzt noch, 400 Meter mächtigen oberen Süsswasser-Molasse, bei Wädensweil, endlich an die Grenze dieser und der, bei hier fehlendem Tortonian, um zwei Stufen ältern, bereits erhärteten und vielleicht etwas stärker geneigten, und dann für die Bildung von Strom-Schnellen günstigen Meeres-Molasse (Helvetian III.) an. — Hier bei Wädensweil musste nun in Folge des grösseren Widerstandes des Flussbett-Grundes der Auswaschungs-Prozess einen längeren Halt machen; es entstanden so nacheinander die Flussgeröllmassen, welche wir jetzt unter dem Schloss Wädensweil auf der hier ganz dünnen oberen Süsswasser-Molasse und im Steinbruche und Bierkeller oberhalb des Ortes der Meeres-Molasse aufgelagert sehen; und es bildete sich wahrscheinlich zwischen letzterem Punkte und der Au, in Folge des geringeren Widerstandes der obern Molasse (und vielleicht noch dazu in Folge einer Faille in der Meeres-Molasse) ein grosser Wasserfall, dessen Product die Au-Nagelfluh-Sand- und Schlamm-Massen wurden (vide Bemerkungen, 2). — Und nun, zu welcher der in den oberst-tertiären Zeitläufen unterscheidbaren Epochen mag unser Strom bei Wädensweil geweilt haben? Jedenfalls spät in der pliocänen Zeit, da das Seethal bereits ungefähr bis zum Seeniveau grosso modo gebildet war; jedenfalls aber auch vor Ende dieser, da dazumal das Seebecken bereits vorhanden gewesen sein dürfte und da die Wädensweiler und Au-Nagelfluh später bereits genug erhärtet waren, um den Naturkräften der folgenden Diluvial-Periode einigen Widerstand zu leisten. So werden wir von allen Rücksichten zum Schlusse geführt, dass die Ablagerung der Wädensweiler und Au-Nagelfluh

während der zweiten Hälfte der pliocänen Periode stattgefunden und ungefähr in dieselbe Epoche wie die Bildung der Lugagnaner-Schichten fällt."*)

*) 1. Die grosse Facies-Aehnlichkeit sämmtlicher Gebilde, welche unter dem Namen „löcherige Nagelfluh" vereinigt worden sind und speziell derjenigen des gleichen Flussgebietes hätte kaum zu voreiligen Schlüssen geführt, wenn man den nothwendigen Facies-Unterschied zwischen Flussbett-Ablagerungen und Zuflüssen in Seebecken, wie die älteren Nagelfluhen solche sind, gehörig erwägt hätte. In der That, Flussgeröll ist Flussgeröll und es liegt auf der Hand, dass derselbe Fluss zu allen Zeiten gleichartige Gerölle führte und auf gleiche Art ablagerte, so lange er in seinem Quellgebiete und auf seinem Wege die gleichen Felsarten vorfand. Es beweist also speziell die Aehnlichkeit der Uto- und Au-Nagelfluh an und für sich gar nichts. Es könnte aber vielleicht eine genauere Vergleichung beider in Verbindung mit Betrachtungen aus der Genesis der Alpen doch noch ihrerseits Beweise für das jüngere Alter der Au-Nagelfluh erbringen. So scheinen mir die festern Bänke der Uto-Nagelfluh und Sandsteine bereits ungleich fester cementirt zu sein, als die entsprechenden Partien auf der Au oder bei Wädensweil. So finde ich ungleich mehr und tiefere Eindrücke auf den Geröllen des Uto's als auf den andern. So finde ich die Au-Bildung reicher an rothen Sernfit-Theilen und daher brauner als die mehr gelbliche Uto-Nagelfluh. Wenn dieser letzte kleine Unterschied festzustellen wäre, würde er darauf hindeuten, dass die zwei alten Flüsse vor ihrer Vereinigung bei Weesen sich zur Bildungszeit der Au-Nagelfluh tiefer in das Sernfit der Sernf- und Wallenstadter-Thäler eingefressen hatten, als zur Bildungszeit der Uto-Gerölle, also ebenfalls im Sinne einer späteren Bildung der Au sprechen.

2. Die neuen Messungen Herrn Denzler's (Jahrbuch des S. A. C., 1874) haben gezeigt, dass die Au-Nagelfluh volle 54 Meter unter das Seeniveau reicht und also im Ganzen gegen 80 Meter mächtig ist. Da nun bei den gegebenen Abflussverhältnissen der Limmat bei Baden (Jura-Flussbett-Grund circa 380 M.), kein Fluss und nicht einmal so ein emanzipirter Gletscher-Grund- oder Seiten-Fluss, bei der Au 54 Meter unter dem jetzigen See-Spiegel (418 M.), also 16 Meter tiefer als die Badener-Schwelle, fliessen konnte, so muss die Au entweder sich im Abgrunde eines Wasserfalles gebildet haben oder um 40 bis 50 Meter gesunken sein. Bei der Annahme eines Wasserfalles genirt uns die Badener-Schwelle nicht im Geringsten, denn unterhalb jenes konnte das Strom-Niveau immer noch 20 bis 30 Meter über sie liegen und das Wasser seinen gehörigen, wenn auch ruhigen Abfluss haben. Gegen eine Senkung der Au sprechen wohl mehr Momente als dafür.

4. Herr Dr. A. Kleinert macht eine Mittheilung über eine eigenthümliche optische Täuschung. Es lässt sich nämlich beobachten, dass wenn im Gesichtsfeld Relativbewegungen vorkommen, sich diese dem Auge als Scheinbewegungen von umgekehrter Richtung einprägen können, wenn es ruhende Gegenstände fixirt. Die Erklärung scheint schwierig zu sein; die Helmholtz'sche Erklärung von Scheinbewegungen aus den Augenmuskelthätigkeiten ist nicht anwendbar, weil nur partielle Bewegung existirt und aus dem gleichen Grund ist die Erscheinung nicht aus einer Störung im Gleichgewichtscentrum zu erklären. Diese unerklärte Thatsache kann von Nutzen werden in physiologisch-optischen Untersuchungen, wo es sich darum handelt, einem einzelnen Auge ein Kennzeichen aufzuprägen und die Wirkung auf das andere zu untersuchen; so zeigt sie z. B. dass, wenn das eine Auge wirkliche Relativbewegungen sieht, das andere, vorher geschlossene, die entsprechenden Scheinbewegungen beobachtet, was in den Argumentationen über Sehtheorien von Wichtigkeit sein kann.

5. Herr Prof. Schär macht Mittheilung über eine Anzahl seltener, meist aus Ostasien stammender Droguen, die dem Vortragenden von dem unlängst hingeschiedenen verdienstvollen englischen Pharmakognosten D. Hanburg F. R. S. zugesandt worden waren und theilweise für die pharmaceutische Sammlung des Polytechnikums bestimmt sind. Vorgewiesen werden: Ispingho (Kelch einer Laurinee), Barus-Camphor aus Borneo, Ngai-Camphor aus China, Catechu in Pastillenform (aus Ostindien), Lerp-manna (Insektenprodukt) aus Australien und Areca-Nüsse (Betel-Nüsse) aus Vorderindien. Einige weitere Erläuterungen mögen bei Gelegenheit späterer Demonstration der übrigen Collections-Nummern nachfolgen.

6. Die Herren Prof. Schwarz und Weber richten Abschiedsworte an die Gesellschaft, welche vom Herrn Präsidenten erwiedert werden.

B. Sitzung vom 25. October 1875.

1. Das statistische Bureau der Regierung des Kantons Zürich ladet mittelst Circular zum Abonnement auf die zu statistischen Zwecken eingerichtete Karte des Kantons Zürich ein. —

2. Es ging ein Schreiben des eidgenössischen Kommissariates ein als Einladung zur Betheiligung an der Weltausstellung in Philadelphia.

3. Herr Bibliothekar Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neueingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von Prof. Kölliker und Siebold.

Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie. XXV. 4. XXVI. 1.

Von dem Friesischen Fond.

Topographischer Atlas der Schweiz. Lief. 7.

Vom Eidgenössischen Baubureau.

Rapport mensuel sur les travaux du S. Gotthard. 30—33.
Rapport trimestriel, 10.
Geologische Tabellen und Durchschnitte, 2.
Hydrometrische Beobachtungen 1875. Januar bis Juni.

Von der Schweizerischen geodätischen Commission.

Plantamour et Hirsch, différence de longitude entre le Simplon et Milan et Neuchâtel. 4. Genève 1875.

Von dem Herrn Verfasser.

Krönig. Das Dasein Gottes und das Glück des Menschen. 8. Berlin 1874.

Von Herrn Dr. J. M. Ziegler.

Karte des Oberengadins u. s. w. behufs Ausdehnung der erratischen Spuren.

Vom Herrn Verfasser.

Favaro, Ant. Sulla ipotesi geometrica nel Menone di Platone, 4. Padova 1875.

Berlepsch, Hans v. Zur Ornithologie von Santa Catharina in Brasilien.

Vom Herrn Verfasser.

Wolf, Dr. R. Astronomische Mittheilungen. XXXVIII.

Von Herrn Prof. Heer.

Lea, Isaac. Index to vol. I—XIII. Observations of the genus Unio. vol. III. 4. Philadelphia 1874.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrschrift.

Mittheilungen der K. K. Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues u. s. w. 1869, nebst Beilage, 1873.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires. Por G. Burmeister. Entr. XII.

Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XXVII. 1.

Notizblatt des technischen Vereins zu Riga. XIV. 3.

Correspondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXI.

Journal of the chemical society 1875. Mai bis Juli.

Stettiner Entomologische Zeitung. XXXVI. 7—12.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1875. 2. Verhandlungen. 6—10.

Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft. X. 3.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. 1873 und 1874.

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturforschenden Gesellschaft 1873/1874.

Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Chur. 1874.

Proceedings of the zool. soc. of London. 1874. 4. 1875. 1.

Monatsbericht der Preussischen Akademie der Wissenschaften. 1875. 4—6.

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Bd. 15.

Mittheilungen der K. K. geographischen Gesellschaft in Wien. XVII. Nebst Auszug aus dem Jahresbericht des Schweizer-Correspondenten.

Kleine Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Emden. XVII nebst Jahresbericht 60.

Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle. T. XXIV. 1.

Proceedings of the London mathemat. society. 81. 82.

Sitzungsberichte der math. phys. Klasse der Akademie in München. 1875. 2.

C. Von Redaktionen.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. VIII. 14.
Technische Blätter. VII. 2.
Der Naturforscher. VIII. 7. 8. 9.

Durch Kauf erworben.

Journal des Museums Godeffroy. VIII.
Novitates conchologicæ. Abth. I. 46. 47.
Palæontographica. Suppl. III. I. XXIII. 4. 5. 6.
Astronomische Nachrichten. Generalregister von Bd. 61—80.
Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. XIII. 3.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. V. 3.
Annalen der Chemie. Bd. 178. 1—3.
Darwin. Reise eines Naturforschers um die Welt. A. d. Englischen. 8. Stuttgart 1875.
Transactions of the zoological society of London. VIII. 8. 9.
Lacordaire, Th. et F. Chapuis. Histoire naturelle des insectes. Coléoptères. T. XI., Atlas XII.
Transactions of the entomological society. 1875. 2.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. 1873. 2.
Schweizerische meteorologische Beobachtungen, XI. 2—4.
Favio, Pietro, il Giappone al giorno d'oggi, 4. Milano 1875.

4. Die Herren Wanner und Dr. Stoll werden einstimmig als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft aufgenommen.

5. Die HH. Prof. Dr. Frobenius und Haller, Polytechniker, melden sich zur Aufnahme in die Gesellschaft.

6. Wegen Abreise des Herrn Prof. Schwarz, bisheriger Vizepräsident, wird für den Rest der Amtsdauer ein neuer gewählt und fällt die Wahl auf Herrn Prof. Culmann.

7. Herr Dr. Schoch hält einen Vortrag über künstliche Fischzucht. Er beleuchtet in einem detaillirtern Vortrage die Ergebnisse der kantonalen Fischzuchtanstalt in Meilen, und weist nach, gestützt auf Wägungen der producirten Eiermengen, dass das Resultat der künstlichen Befruchtung viel geringer sei, als man bisher nach allgemeinen Schatzungen angenommen hat. So betrug z. B. die Eiermenge, die während der letzten Wintersaison befruchtet wurde: circa 55,000 Lachseier, 38,000 Seeforelleneier und 33,000 Bachforelleneier, in Summa also 126,000 Salmeneier, während bisher bei derselben Anzahl zur Nachzucht verwendeter Brutfische die Schatzungen 5 bis 700,000 annahmen. Er macht Angaben, wie man eine wesentliche Mehrproduction von Fischbrut erzielen könne, ohne das Budget entsprechend höher zu belasten und dringt auf rationellern Betrieb des ganzen Unternehmens, indem er nur die Seeforellen dem See zuwenden will, die Lachse und Bachforellen aber in passende fliessende Gewässer des Kantons auszusetzen räth. Letzteres ist aber nur erreichbar durch Anlegung eines grössern Systemes von Bruttrögen, die im ganzen Kanton zerstreut und passend überwacht sein müssten, was eine Decentralisation der Fischzuchtanstalt in Meilen zur Folge hätte.

Im Uebrigen werden im Allgemeinen die Mittel besprochen, über die der Staat zur Wiederbelebung unserer Gewässer verfügt, und hauptsächlich auf die Rücksichtslosigkeit aufmerksam gemacht, mit der die moderne Industrie die öffentlichen Gewässer verunreinigt, entvölkert und geradezu vergiftet.

8. Herr Prof. Heim gibt einen Bericht über die Jahres-Versammlung der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Andermatt.

9. Herr Prof. Culmann legte der Gesellschaft den Situationsplan, das Längenprofil und einige Ansichten der bad.

Schwarzwaldbahn zwischen Hornberg und Sommerau vor, und beschrieb kurz die topographischen Verhältnisse, das Tracé und die Kunstbauten dieses interessanten Schienenweges.

C. Sitzung vom 8. November 1875.

1. Der Vorstand des Copernicusvereins in Thorn sendet einen Festbericht der Jahresfeier.

2. Es wird die Mittheilung gemacht, dass Herr Prof. Weilenmann für das Neujahrstück auf 1876 „Ueber die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europa's" schreiben werde.

3. Folgende Bücher waren als seit der letzten Sitzung eingegangen aufgelegt:

A. Geschenke.

Vom Copernicusverein in Thorn.

Die vierte Säcularfeier der Geburt von Nicolaus Copernicus. 8. Thorn 1874.

Vom Verfasser.

Hayden, F. V. Report of the United States geological survey of the territories. 4. Washington 1874.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrschrift erhalten.

Bulletin de la société des sciences nat. de Neuchâtel. X. 2.
Correspondenzblatt des zoolog.-mineralog. Vereins in Regensburg. Jahrg. 28. Nebst Abhandlungen Heft 10.
Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften (Halle). Band XI.
Notizblatt des technischen Vereins zu Riga. 1875. 4. 5.
Bulletin de la société Imp. des naturalistes de Moscou. 1875. 1.
Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Dresden. Geschäftlicher Theil XI und XII. Wissenschaftl. Theil XII.

Archives Neerlandoises des sciences exactes et naturelles. T. X. 1. 2. 3.
Bulletin of the Buffalo society of natural sciences. II. 1—3.
Monthly reports of the department of agriculture. For 1873. 8. Washington.
Annual reports of the trustees of the Museum of comparative zoology. 1872. 1873.
Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard college. Vol. III. 9. 10.

C. Von Redactionen.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1875. 15.

D. Anschaffungen.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturw. Klasse. Bd. 34. 4. Wien.
Reise der Novara. Anthropologischer Theil. Abth. 1. 4. Wien 1875.
Du Bois Reymond, Emil. Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- u. Nervenphysik. Bd. 1. 8. Leipzig 1875.
Botanische Abhandlungen von Hanstein. Bd. III. 1.

4. Die Herren Professor Frobenius und Polytechniker Haller werden einstimmig als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft aufgenommen.

5. Herr Privatdocent Dr. Keller meldet sich zur Aufnahme in die Gesellschaft.

6. Herr Prof. Weith spricht über die Isomerieverhältnisse der substituirten Sulfoharnstoffe. Von dem Sulfoharnstoffe $H_2N. CS. NH_2$, wie von dem gewöhnlichen Harnstoff $H_2N. CO. NH_2$ lassen sich zwei Reihen zweifach substituirter Derivate ableiten, denen die Constitution HRN. CS. NRH. und $R_2N. CS. NH_2$ zukommt. Solche Verbindungen bilden sich u. A. durch directe Vereinigung von Senfölen (R. N. CS.) mit primären Aminen (R. NH_2). — Nach den herrschenden theoretischen Anschauungen sollten die auf diese Weise entstehenden Harnstoffe nach der ersteren Formel

constituirt sein und es ist weiter zu erwarten, dass wenn ein primäres Amin und ein Senföl sich verbinden, welche verschiedene Radikale (R und R^1) enthalten, ein und derselbe Körper entsteht (HRN. CS. NR^1H), gleichgültig, ob die Radikale R und R^1 vorher in dem Senföl oder dem Amin enthalten waren. Mit dieser Voraussetzung standen bisher verschiedene Angaben nicht im Einklang. Der Vortragende hat durch eingehende experimentelle Untersuchung einiger auf verschiedenen Wegen dargestellter disubstituirter Sulfoharnstoffe nachgewiesen, dass die Entstehungsweise ohne Einfluss auf die Eigenschaften ist, d. h. dass identische Körper entstehen, wenn ein Senföl R. NCS. sich mit einem Amin R^1. NH_2 oder R^1. NCS mit R. NH_2 sich verbindet, und damit die bisher möglichen Einwände gegen die Theorie beseitigt sind.

7. Herr Dr. Luchsinger macht eine Mittheilung über „experimentelle Hemmung einer Fermentwirkung des lebenden Thieres.“ Ausgehend von der früher von ihm gefundenen Thatsache, dass Kaninchen infolge subcutaner Glycerininjectionen starken Haemoglobingehalt des Harns bekommen und anknüpfend an gewisse theoretische Gesichtspunkte, untersuchte er den Einfluss solcher Glycerininjectionen auf das Zustandekommen des Diabetes. Er fand Methoden, die sonst ausnahmslos Diabetes erzeugen, nach jenem Eingriff constant erfolglos. Mangel an zuckerbildendem Material — Leberglykogen — konnte nicht Ursache sein, es wären jedoch mehrere weitere Möglichkeiten zur Erklärung dieses interessanten Verhaltens denkbar, deren Triftigkeit aber erst weitere Versuche erweisen müssen.

D. Sitzung vom 22. November 1875.

1. Herr Privatdocent Dr. Keller wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

2. Folgende Bücher waren als seit der letzten Sitzung eingegangen aufgelegt:

A. Geschenke.

Von der Schweizerischen Geologischen Commission.

Geologische Karte, Blatt 9.

Vom h. Bundesrathe der Schweiz.

Rapport mensuel du S. Gotthard. 34.

Von der Technischen Gesellschaft in Zürich.

Uebersicht der Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich. 1874/1875.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrschrift.

Verhandlungen des naturhist. medicin. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I. 2.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tyrol und Vorarlberg. Dritte Folge. 19.

Mietzsch, H. Die Ernst Julius Richterstiftung. Verein für Naturkunde in Zwickau. 8. Zwickau 1875.

Journal of the Linnean society, Botany. 77—80. Zoology. 58. 59.

Proceedings of the London mathemat. soc. 83. 84.

Rumford, Works. Vol. 3. 8. Boston.

Lyman. Commemorative notice of Louis Agassiz. 1873.

Miscellaneous publications of the U. S. geolog. survey. Nr. 1. 8. Washington 1875.

Catalogue of the publications of the U. S. geol. survey.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 10.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1875. 16.

D. Anschaffungen.

Transactions of the R. Zoological soc. IX. 1—4.

Philosophical transactions of the R. soc. 1875. 1.

Hoüel, J. Théorie élémentaire des quantités complexes, 4 parties. 8. Paris 1867—1874.

Bessel, F. W. Abhandlungen. Bd. 1. 4. Leipzig 1875.

Livingstone, D. Letzte Reise. Bd. 2. 8. Hamburg 1875.

Rohlfs, Gerh. Drei Monate in der Libyschen Wüste. Lief. 1—3. 8. Cassel 1875.

Payer, Jul. Die österreichisch-ungarische Nordpolexpedition. Lief. 1. 8. Wien 1875.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. 1873. 3.

3. Der Herr Präsident meldet, dass die statutenmässige Revision der Werthschriften stattgefunden habe und Alles richtig befunden worden sei.

4. Herr Prof. Hermann hält einen Vortrag über neue Untersuchungen im Gebiete der thierischen Elektricität. Nachdem er die Grunderscheinungen der thierischen Elektricität, soweit sie Muskeln und Nerven betreffen, kurz dargestellt, erwähnt er die seit 8 Jahren bestehende Controverse über die Ursache derselben. Den Beweisen für die Nicht-Präexistenz des Stromes an vollkommen unversehrten ruhenden Muskeln fügt er auf Grund neuer Versuche, deren Methode und Apparat vorgeführt wird, einen neuen hinzu: es ist ihm nämlich gelungen nachzuweisen, dass der Muskelstrom auch bei Anlegung eines künstlichen Querschnitts nicht augenblicklich vorhanden ist, sondern zu seiner Entwicklung einer gewissen Zeit bedarf; er kann also nicht Wirkung präexistirender elektrischer Molecüle sein, sondern nur von einem am Querschnitt stattfindenden Prozesse herrühren, der eine elektromotorische Kraft entwickelt.

5. Herr Prof. V. Meier berichtet über eine Klasse von sog. Azoverbindungen, welche das Eigenthümliche haben, dass in ihnen die (aus 2 Stickstoffatomen bestehende) Azogruppe N_2 mit Radikalen aus der Fettreihe in Verbindung steht, während man diese Gruppe bisher nicht in Fettkörper, sondern nur in aromatische Verbindungen einführen konnte. Die grosse Leichtigkeit, mit welcher die Verbindungen sich erhalten lassen, seitdem einmal der hiezu geeignete Weg durch schon seit Jahren fortgesetzte Versuche gefunden war, setzt den Vortragenden in den Stand, die genannten Körper in wenigen Augenblicken in der Sitzung darzustellen und die charakteristischen und schönen Farbenreactionen, die dieselben zeigen, zu demonstriren. In Gemeinschaft mit Praktikanten

seines Laboratoriums, den Herren Dr. Ambühl, Dr. Friese, Barbieri und Wald, hat der Vortragende bisher 7 dieser Verbindungen dargestellt. Alle diese Substanzen, von denen eine purpurroth, die andere gelb oder orangefarbig ist, lösen sich in Kali mit blutrother Farbe, in Schwefelsäure mit verschieden nuancirter, von Blau-violett und Rothviolett bis zum Gelbroth variirender Farbe. Der Vortragende denkt der Gesellschaft später weitere Mittheilungen über die Constitution dieser Körper zu machen.

E. Sitzung vom 6. Dezember 1875.

1. In Abwesenheit des Herrn Präsidenten eröffnet der Vicepräsident, Herr Prof. Culmann, die Sitzung, indem er mit einigen Worten des Herrn Prof. Kopp gedenkt, der am 2. Dezember im Alter von $58^3/_4$ Jahren einem Schlaganfalle erlag. Sobald er seine Professur hier im Jahre 1870 nach dem Tode seines Vorgängers und Schwiegervaters, des Herrn Prof. Bolley antrat, liess er sich in die Gesellschaft aufnehmen, und erfreute sie häufig mit anziehenden Vorträgen und Mittheilungen, die meistens dem Gebiete der Technik entnommen waren. So z. B. sein Vortrag über die nützliche Verwerthung aller möglichen Abfälle. Mit besonderem Eifer nahm er sich in der Gesellschaft der Leichenverbrennung an; anfangs war er ein entschiedener Gegner derselben und glaubte man solle die Leichen im Walde begraben, der Wald sei schöner als der Kirchhof und weit genug, um erst nach Jahrhunderten, nicht schon nach 25—30 Jahren auf die gleiche Stelle zurückkommen zu müssen; allein die schöne Erfindung des Siemens'schen Ofens bekehrte ihn ganz, und verwandelte ihn in einen eifrigen Verfechter der Verbrennung. Obgleich Herr Kopp noch nicht lange, erst seit 5 Jahren, Mitglied der Gesellschaft war, so reihte er sich doch würdig jenen alten ehrwürdigen Gestalten an, die früher die Pfeiler der Gesellschaft waren. Die Gesellschaft gab ihre Trauer und ihre Theilnahme an dem Fall durch Aufstehen zu erkennen.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende Büchereingänge vor:

A. Geschenke.

Von Herrn Prof. Kölliker und Herrn Th. von Siebold in Würzburg.

Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie. XXV. Supplement Heft 2.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrschrift.

Bulletin de la société Ouralienne d'amateurs de sciences naturelles, à Ekatherinebourg. T. II. 1. III. 1.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Bd XXVII. 2.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel Theil VI. 2.

Monatsberichte der K. Preuss. Akademie der W. 1875. 6. 7.

Bulletins de la société Murithienne. Fasc. 1—4 et Guide du Botaniste sur le grand S. Bernhard par P. G. Tissière.

Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Nr. 52.

Proceedings of the zoological society of London 1875. 2 and 3.

C. Von Redactionen.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. VIII. 17.

D. Anschaffungen.

Rohlfs. Drei Monate in der Libyschen Wüste. Lief. 4—6.

Zeitschrift für analytische Chemie. XIV. 3. 4.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. XI. 5. XII. 2.

Jan. Iconographie des Ophidiens. Livr. 47.

3. Herr Dr. Keller hält einen Vortrag über den Organismus der Spongien. Er macht auf die ungewöhnlichen Schwierigkeiten bei der Untersuchung des Spongienkörpers aufmerksam. Diesem Umstand, im Verein mit dem Mangel an vergleichender Methode ist es zuzuschreiben, dass die Stellung dieser Thiergruppe so lange eine unklare blieb. Erst Lieberkulm, Kölliker und Oscar Schmidt kamen auf Grund genauer histologischer Untersuchung dem Verständniss des Spongienkörpers näher, bis es endlich vor wenigen Jahren

Ernst Häckel mit Hülfe umfassender Untersuchungen an Kalkschwämmen gelang, die Coelenteratennatur dieser Thiere nachzuweisen. Der Vortragende setzt auseinander, wie sämmtliche Spongien auf eine ganz einfache Grundform zurückgeführt werden können, wie ferner bei allen Schwämmen das für die Pflanzenthiere charakteristische Exoderm und Entoderm nachgewiesen werden kann. Wasserströmung, Ernährung, Athmung und Fortpflanzung sind an das Entoderm gebunden, während das Exoderm Empfindungen vermittelt und das Skelett liefert.

4. Herr Prof. Heim macht Mittheilungen über seine Untersuchungen betreffend die Grundwasser im Gebiete von Neumünster und den angrenzenden Stadttheilen. Das Gefäll des Grundwassers, wie es aus dem Wasserstande der Sodbrunnen ermittelt worden ist, geht unter der Moräne der hohen Promenade und der Neumünsterkirche unbeeinflusst durch, und die Moräne selbst erscheint somit als oberflächlich auf tiefere Sand- und Kiesschichten aufgesetzt. Die wasserführenden Schichten unter dem Hottinger Boden und den Gegenden von Zeltweg und Wolfbachstrasse setzen unter der Moräne nach dem See hin fort, und sind nicht, wie man früher vermuthete, der Moräne bloss angelehnt, während die leztere auf dem festen Felsgrunde ruhen würde. Innerhalb des Kreuzplatzes ist das Gefäll des Grundwassers vom Fusse des Steilabfalles des Zürichberges bis zum See hin ein ziemlich gleichmässiges. Ausserhalb des Kreuzplatzes aber, und besonders in der Gegend der Neumünsterkirche bildet das Grundwasser eine flache höhere Terrasse vom Fuss des Bergabhanges etwa bis zur äussern Mühlebachstrasse, und fällt nachher über einen Steilabhang von etwa 8 Meter Höhe zu einer tieferen Terrassenebene hinunter, die sich von der Mühlebachstrasse bis an den See erstreckt und auf dessen Niveau ausgeht. Die Ursache, welche die höhere Terrasse von der tieferen abgrenzt und aufstaut, ist auch hier wiederum nicht die Moräne: der Steilabsturz des Grundwassers liegt ziemlich weit seitwärts von der Moräne, und die höhere Grundwasserterrassenfläche geht ungestört unter der Moräne durch. Es ist vielmehr das Aufstauende wahrscheinlich in der terrassenförmigen Oberfläche der Molasse zu finden, deren Gestaltung wir mit ziemlicher

Sicherheit aus dem Wasserstande der Sodbrunnen diagnostiziren können. Genauen Aufschluss hierüber wird uns der Tunnel der rechtsufrigen Zürichseebahn einst geben.

F. Sitzung vom 20. Dezember 1875.

1) Herr Prof. Ulrich übergibt als Legat von Herrn Alt-Direktor Römer die schöne Summe von 200 Fr.

2. In Bezug auf den Stand der Vorträge im Verein mit der antiquarischen Gesellschaft ergibt sich für unsere Gesellschaft ein muthmasslicher Reingewinn von ungefähr 1300 Fr.

3. Der Vorschlag einer gemeinsamen Berchtoldtagsfeier mit der antiquarischen Gesellschaft wird angenommen.

4. Herr Prof. Culmannn hält einen Vortrag über das graphische Rechnen Cremona's. Alle Wissenschaften sind bereichert worden durch Erfahrungen, die im praktischen Leben gemacht worden sind; auch die abstrakte Mathematik macht keine Ausnahme hievon. Rühren nicht die ersten geometrischen Sätze von antiken Geometern her? Wie viel verdankt nicht die Trigonometrie der Geodäsie? Wurde nicht die Methode der kleinsten Quadrate von beobachtenden Astronomen ausgebildet? wie viel lernten nicht die Mechaniker in der mécanique céleste von Laplace u. s. w. Nach und nach wird das Allgemeine des im Leben Gefundenen von dem speziellen Fall der Anwendung abgetrennt und der Theorie einverleibt, und nur diejenigen, welche sich mit der Geschichte der Mathematik einlässlicher beschäftigen, wissen heute, wem wir Alles verdanken. — Gerade auf diese Weise hat jetzt Herr Prof. Cremona in Rom die Fundamentalsätze der graphischen Statik seinen „Elementi di calculo grafico“ einverleibt. Er nimmt begrenzte Linien mit Unterscheidung des Sinnes an, und setzt sie in seinem graphischen Rechnen gerade so zusammen, als wie man Kräfte zusammensetzt, ohne dass das Wort Kräfte je gebraucht oder gesagt würde, dass die Längen Beschleunigungen, Geschwindigkeiten oder Kräfte vorstellen sollen. Nur werden Linien gleicher Länge und gleichen Sinnes als équipollent bezeichnet, was übrigens auch schon Bellavitis in seiner: „Sposizione del metodo delle equipollenze“ (1854) ge-

than hat. — Um dieses Verfahren beurtheilen zu können, gab der Vortragende eine kurze Uebersicht des vorliegenden kleinen Werkchens, und fügte dann Folgendes hinzu: Man kann mit seinem Urtheil über das Werk nicht lange im Zweifel sein. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus ist das Streben, das da und dort bei der Anwendung im Leben Gefundene zusammenzufassen, zu trennen von dem Spezialfall der Anwendung und allgemein theoretisch zu behandeln, ein vollberechtigtes, und verdient volle Anerkennung, namentlich dann, wann wie im vorliegenden Falle, ganz neue Beweise und Auffassungen produzirt werden. — In pädagogischer Beziehung aber liegt ein Bedenken vor, es heisst da, das Werkchen sei nur zu Schulzwecken geschrieben worden, zum Gebrauche der Schüler, welche sich für die graphische Statik vorbereiten wollen, und der Schüler von technischen Instituten, für die einzelne Partien des graphischen Rechnens obligatorisch sind. Bedenkt man, dass die Sätze von den Flächeninhalten der Dreiecke, welche Liniensegmente und ihre Resultante von einem gegebenen Pol aus projiciren, bis jetzt keine andere Anwendung als wie auf die Zusammensetzung der Kräfte gefunden haben: so erscheint es grausam (gewiss geschieht es auch nicht), diese einzige Anwendung den Schülern vorzuenthalten, und gar nicht von der Zusammensetzung der Kräfte zu sprechen, die ja das Interesse für die interessanten Sätze nur erhöhen würde. Insbesondere wären die Schüler der technischen Institute zu bedauern, die später keine Statik mehr bekommen und jetzt gar nicht einmal wüssten, dass sie wirklich Kräfte zusammensetzen können. — Jedenfalls aber bildet das Werkchen einen werthvollen Beitrag zu den Methoden des graphischen Rechnens.

5. Herr Dr. Kleiner theilt einige physiologisch-optische Beobachtungen mit:

1) Ueber Scheinbewegungen. Lässt man eine Bewegung lange auf ein Auge wirken, so ist die entsprechende Scheinbewegung auch an Gegenständen zu beobachten, die selber bewegt sind, und können sich aus der Zusammensetzung der scheinbaren und der wirklichen Bewegung oft recht merkwürdige Figuren herausbilden, so z. B. wenn man die Schein-

bewegung, die durch eine Rotation hervorgebracht wird, auf eine Translationsbewegung projicirt. Wirken auf das Auge gleichzeitig mehrere Bewegungen, z. B. Rotationen von Scheiben in verschiedenem Sinn, so lässt sich der Sinn mit grosser Treue gleichzeitig an der Scheinbewegung beobachten: es ist der umgekehrte wie bei der direkten Beobachtung. — Letztere Beobachtung macht die Erklärung der Scheinbewegung aus der Tendenz zu Augenbewegungen (Helmholtz) ziemlich unwahrscheinlich — erstere (Combination einer direkten beobachteten Bewegung mit Scheinbewegung) deutet darauf hin, dass die Scheinbewegungen eher als Empfindung aufzufassen sind, wie als ein komplizirter Schlussakt des Bewusstseins — (Erklärung Zöllers).

2) Ein eigenthümlicher Fall von Wettstreit der Sehfelder lässt sich auf folgende Weise beobachten: Fixirt man einäugig ein hell beleuchtetes Objekt auf andersfarbigem Grund, so dass ein intensives Nachbild entstehen müsste, schliesst dann plötzlich das Auge und öffnet das andere, so erscheint nach einiger Zeit in diesem zweiten Auge das Nachbild, das vom ersten zu erwarten gewesen wäre. Es ist also gerade so, als würde die Nachbildempfindung des einen Auges auf das andere übertragen und man könnte geneigt sein, die Erklärung der Erscheinung in den Eigenthümlichkeiten des Sehnervenverlaufs im Chiasma (der Kreuzungsstelle, wo Nerven vom einen Auge ins andere gehen) erklären zu wollen. Eine genaue Betrachtung der Erscheinung zeigt aber, dass wir es hier bloss mit einem eigenthümlichen Fall von Wettstreit der Sehfelder zu thun haben — nämlich Wettstreit der Empfindung des geschlossenen Auges mit der ungleich viel stärkern des offenen. — Diese Erklärung der Erscheinung ergibt sich daraus, dass es nie gelingt, mit beiden Augen das Nachbild zugleich zu sehen, also z. B. doppelt bei Verstellung der Augenaxen, wenn beide Augen offen sind; dann daraus, dass das erwähnte Nachbild die Eigenschaften hat, die man bei Erscheinungen des Wettstreits immer beobachtet — dass nämlich die Empfindungen bei beiden Augen abwechselnd in ziemlich regelmässigem Rhythmus prävaliren. — Eine ähnliche Beobachtung lässt sich bei beidseitig geschlossenen Augen machen; fixirt man ein Objekt

zuerst mit einem Auge, schliesst es dann und fixirt dasselbe mit dem andern bei veränderter Kopfstellung, so erscheint, wenn beide Augen geschlossen, zuerst das Nachbild für das letzte Auge mit entsprechender Stellung, dann nach einiger Zeit erscheint das gleiche Objekt in der Stellung, wie das erste Auge es gesehen, dann später wieder in der zweiten Stellung, und so alterniren die beiden Empfindungen längere Zeit.

3) Beobachtungen mit intermittirendem Licht zeigen, dass das psychophysische Gesetz (das Gesetz, welches sagt, dass die Stärke einer Empfindung proportional dem Logarithmus der Reizintensität sei) nicht in allen Fällen richtig ist. Diese Thatsache leitet darauf hin, jenes Gesetz näher zu betrachten. Nun lässt sich leicht zeigen, dass die Fechner'sche Formel sich auch ergibt, unter Zugrundelegung der einfachen und annehmbareren Hypothese, dass die Empfindung proportional dem Reiz sei. Man braucht sich bloss zu erinnern, dass der von aussen einwirkende Reiz, z. B. das Licht, wahrscheinlich in den Nervenendapparaten erst verarbeitet, in einen Reiz anderer Natur, z. B. einen chemischen verwandelt wird, und dass dabei Kräfte, die aus dem Organismus stammen, sogen. restituirende Kräfte, der Wirkung des Reizes entgegenwirken. Unter der Annahme, dass jene restituirenden Kräfte proportional sind den Reizstärken, ergibt sich für den Fall, wo beide sich Gleichgewicht halten und ein stationärer Zustand erreicht ist, das psychophysische Gesetz für den variabeln Zustand, die Empfindungscurve Exners durch Integration einfacher Differentialgleichungen.

6. Herr Prof. Hermann spricht über die Wirkung des Chlorals und der Trichloressigsäure. Die früher schon mitgetheilten Gründe gegen Herrn Liebreichs Theorie, wonach das Chloral nur durch intermediäre Chloroformbildung wirken soll, wurden kurz rekapitulirt. Unter ihnen befindet sich auch die Wirkungslosigkeit der Trichloressigsäure, welche nach Dumas mit Alkalien Chloroform bildet und welcher Herr Liebreich ebenfalls schlafmachende Wirkungen zuschreibt. — Da Herr Liebreich diese Behauptung neuerdings wiederholt hat, wurden die Versuche mit Trichloressigsäure von Neuem angestellt und die vollkommene Wirkungslosigkeit bestätigt. Weiter aber stellte sich heraus, dass reine Trichloressigsäure

mit Alkalien überhaupt gar kein Chloroform liefert; die früheren Angaben über Chloroformbildung können nur auf einer Verunreinigung, vermuthlich mit Chloral, beruhen. Auch Herr Liebreich hat vermuthlich mit chloralhaltiger Säure experimentirt, worauf viele seiner Angaben schliessen lassen. Seine Behauptung aber, dass die Säure einschläfernd wirke, würde nunmehr, wenn sie richtig wäre, zu seiner Chloroformtheorie nicht im Mindesten passen. [A. Weilenmann.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

264) (Forts.) Lindenau an Horner, Seeberg 1814 IX 21. (Forts.) Dass ich bei Beurtheilung von Wahlenbergs Schrift nicht ganz frei von einem gewissen Unwillen war, kann ich nicht läugnen. Ich bin ein lebhafter Bewunderer der Schweitz, und dass Wahlenberg diese in Hinsicht von Clima, Vegetation und Naturschönheit hinter Lappland setzen will, schien und scheint mir noch unverzeihlich. Uebrigens sollte es mir sehr leid thun, wenn ich durch jene Anzeige dem verdienten Manne, der meine ausgezeichnete Achtung hat, irgend weh gethan haben sollte. — Ueber eine Stelle am Schluss Ihres Briefes, bin ich so frei, da gerade der dort berührte Gegenstand ein besonderes Interesse für mich hat, mir eine Erläuterung zu erbitten. Sie sagen dort „im Dorfe St. Moritz 930 toisen über dem Meere, betrug die Erwärmung der Luft das Doppelte der Erwärmung der unteren Luftschichten in Zürich“. Wie ist dies wohl zu verstehen? — Störungen nöthigen mich heute zum Schluss und ich behalte es mir vor meine Ansichten über Wärmeabnahme ein anderesmal darzulegen. Was ist wohl Ihr Urtheil über das, was ich früher (Mon. Corr. Bd. 4 pag. 105 f.) über diesen Gegenstand geäussert habe?

Langsdorf an Horner, Rio de Janeiro 1815 XI 15. Endlich ergreife ich die Feder, um Ihnen, schätzbarster Freund, für die mir adressirten zwei Briefe zu danken, die ich zu verschiedenen Zeiten das Vergnügen hatte zu empfangen . . . . Ein Russisches, von hier nach Rotterdam abgehendes Schiff bietet mir die angenehme Gelegenheit an, Ihnen einige hiesige

Produkte zu übersenden. Sie erhalten zwei Dutzend Vogelhäute, von welchen Sie einige gewis schön finden werden, sosodann einige Schmetterlinge . . . Und nun liebster Freund will ich Ihnen etwas weniges von meinem hiesigen Aufenthalt mittheilen. Die Stadt ist von etwa 100000 Menschen bewohnt, und wie bekannt Aufenthalt des Hofes. Unter allen diesen Menschen sind aber kaum 1/4 hundert, mit denen man umgehen kann. Die grösste Ignoranz herrscht allenthalben und das gesellige Leben kennt man kaum. Die wenigen Personen des diplomatischen Corps sind die einzigen, die eine vernünftige Gesellschaft ausmachen und sich auch zuweilen versammeln, unter den englischen Kaufleuten finden sich nur wenig eigentlich gebildete Menschen. Sie sehen also, dass wir unter solchen Umständen ziemlich eingezogen leben müssen. Die Theuerung des Ortes ist unerhört. Meine Gage von 3000 Silberrubel nebst der Pension und dem Gehalt als Acad. extraord. dies alles reicht kaum hin um standesgemäss leben zu können. Im letzten Jahr habe ich die Stelle des Chargé d'affaires vertreten, und einen monatlichen Zuschuss von 200 Silberrubel erhalten, welcher mir wieder etwas auf die Beine geholfen hat. Wir leben nicht in der Stadt, sondern etwa 1/4 Stunde entfernt in einem Landhaus das überaus schön gelegen ist, und wozu sehr viel Land und Waldung gehört, wodurch ich in die angenehme Lage versetzt bin tagtäglich auf den Spaziergängen in meinem Garten meine Sammlung zu bereichern. Meine Leidenschaft für Naturgeschichte dauert fort und ich habe nach und nach gegen 2000 Species von Schmetterlingen zusammengebracht. – Von Zeit zu Zeit mache ich kleine Excursionen von etwa 10—12 deutschen Meilen nach einem sehr hohen Gebirge das in der hiesigen Nachbarschaft ist (der höchste Berg hat über 3000 Fuss Höhe), und komme dann jedesmal sehr bereichert nach Hause. — Die Natur ist wunderschön, die Vegetation einzig, — die Bäume mit prachtvollem Wuchs. — Die Menge der neuen Pflanzen ist bewundernswürdig, die Blumen von der sonderbarsten Construction. Ich habe mir seit etwa einem Jahr einen jungen deutschen Botaniker, Herrn Sellow einen Preussen, zugesellt, den ich bei meiner Durchreise in London kennen lernte. Er ist ein sehr wissenschaftlicher Botaniker,

unermüdlich und von der gesittetsten Aufführung. In den ersten 6 Monaten hat er 500 neue Species und gegen 50 neue Genera von Pflanzen hier entdeckt. Welch ein Reichthum. Jezt ist er im Innern des Landes und wird mit Wunderdingen zurückkommen. Blos für Naturgeschichte kann man hier leben, für das gesellige Leben lieber in Kamtschaka. — Mit der Ornithologie habe ich mich auch etwas beschäftigt und gegen 300 Species der schönstgefiederten Vögel zusammengebracht. Wo ist ein so reiches Land wie Brasilien. — Das Clima ist zwar schön und angenehm, aber doch die Sommerhitze unerträglich. Im Winter haben wir gewöhnlich die Abwechslung von 65—78° Fahrenheit, welches äusserst behaglich ist; im Sommer hingegen ist die Hitze äusserst unbequem und gewöhnlich von 82—95° Fahr., Tag und Nacht andauernd; das greift dann freylich unsern bejahrten Körper etwas an. Im vorigen Sommer war diese beständige Hitze ein Ueberreiz und ich dadurch von einem continuirenden Fieber befallen. Einer solchen Hitze wollte ich mich nicht gerne noch einmal aussetzen, daher habe ich jezo ein kleines Häuschen auf einem hohen Berge, im Schatten der schönbelaubten Bäume, an einem rauschenden Kristallbache, und nur etwa eine Stunde von der Stadt entfernt gemiethet, wo ich über 1000 Fuss über der Meeresfläche einen kühlern Sommer zu verleben hoffe . . . . . Täglich erwarte ich das Schiff Rurick, commandirt von Otto v. Kotzebue, das vom Kanzler von Romanzoff zu einer Entdeckungsreise ausgerüstet worden, und wie ich glaube besonders die nördliche Schifffahrt von Ostasien bezwecken soll. So kommt man in der Welt zusammen. Möchte ich doch bald auch hören dass Sie sich mit Ihrer Familie entschlossen haben den längst gehegten Plan hieherzukommen, auszuführen. Die Atmosphäre ist meistens himmlisch rein und sicher sind über 200 helle Nächte im Jahr. Den Plan also den südlichen Himmel zu beobachten, könnten sie sehr bequem ausführen. Es existirt hier eine Art von Observatorium, das ich aber noch nicht besucht habe; wenn Sie wollen, so will ich sehen was für Instrumente da sind und Ihnen freien Zutritt verschaffen.

Lindenau an Horner, Seeberg 1816 I 12. Längst war es meine Absicht und Wunsch Ew. Wohlgeboren zu schreiben

und Ihnen für die so interessanten Mittheilungen Ihres letzten Briefes verbindlichst zu danken; zu meinem Verdruss haben Zufälligkeiten meine Antwort von Tag zu Tag verschoben, so dass ich bei Ihnen mit Recht in den Ruf eines sehr saumseligen Korrespondenten gerathen werde. — Dass ich vereinigt mit Prof. Bohnenberger in Tübingen wieder eine neue mathematisch-astronomische Zeitschrift herausgebe, und mir die Freiheit genommen habe in der Ankündigung auch Sie als Mitarbeiter zu nennen, wird Ihnen aus öffentlichen Blättern wohl schon bekannt worden seyn. Ich wiederhole jetzt meine Bitte um Ihren freundlichen Antheil an dieser Zeitschrift, die ich gerne zu einem Vereinigungspunkt aller Astronomen und Mathematiker machen möchte. Der Druck des ersten Heftes hat in der Mitte Dezember begonnen, und ich hoffe dass dieses, was Ihnen von der Verlagshandlung zugesandt werden wird, noch vor Ende dieses Monats in Ihren Händen seyn soll. — Ein paar rein-astronomische Arbeiten über den Polaris und über Planeten-Massen haben mich physisch-mathematische Gegenstände beinahe ganz aus dem Gesicht verlieren lassen. Unsere astronomischen Rechnungen erweitern leider täglich ihren Umfang und der heutige Astronom erliegt beinahe unter dem Druck der numerischen Entwicklungen. — Mit vielem Interesse habe ich Wahlenberg's neues Werk über die Carpathen gelesen; ich möchte wohl wünschen dass die Einleitung, die ein so grosses und allgemeines Interesse gewährt, übersetzt und besonders herausgegeben werden möchte. Leid hat es mir gethan zu sehen, dass Wahlenberg gegen mich und meine Recension empfindlicher gewesen ist, als es letztere wohl verdient. Ich war Anfangs Willens das neue Werk wieder anzuzeigen und mich dabei über die streitigen Punkte zu erklären, allein da Wahlenberg dadurch vielleicht wieder verstimmt worden wäre, und ich den verdienstvollen Mann, den ich von ganzem Herzen achte, wenn meine Ansicht auch manchmal von der seinigen abweicht, auf keine Art unmuthig machen mag, so will ich das Ganze auf sich beruhen lassen. — Nach einem neuern Brief von Brandes hat dieser, die wie mir scheint sehr glückliche Idee gefasst, etwas über unsere Atmosphäre zu schreiben, und damit vielleicht eine Zeitschrift

für Meteorologie in Verbindung zu bringen. Wir besitzen eine Menge hieher gehöriger Beobachtungen, allein wenig geordnetes, so dass es schwer hält für irgend einen Gegenstand Resultate abzuleiten. Eine solche Zeitschrift könnte vielleicht dazu beitragen der Meteorologie eine wissenschaftliche Gestalt zu geben, die ihr jetzt noch fehlt. — War wohl bei Ihnen der jetzige Barometerstand so niedrig wie hier? Gestern Nachmittag 5 Uhr 25″, 97 Franz; + 1°,7 R. Ich habe in 8 Jahren keinen so niedrigen Stand gehabt, ohne dass dabei eine sehr ungewöhnliche atmosphärische Erscheinung stattgefunden hätte. In den neuesten Mailänder-Ephemeriden finde ich die merkwürdige Bemerkung, dass die dasige Regenmenge seit 1764 beständig zugenommen habe:

1764—1781	32″10‴,69	jährliche	Regenmenge.
1773—1790	32 7,13	„	„
1782—1799	34 10,91	„	„
1791—1808	35 8,31	„	„
1800—1814	38 9,00	„	„

Sollte wohl vielleicht in der Schweiz etwas ähnliches beobachtet worden sein? — Mein Adjunkt Nicolai hat die elliptischen Elemente des letzten Cometen auf 126 Beobachtungen gegründet, und den Sideral-Umlauf gleich 74,7893 Jahren gefunden. Schade, dass wir dessen Rückkunft nicht erleben werden; hoffentlich ist dies aber bei dem Halley'schen Cometen der Fall.

Lindenau an Horner, Seeberg 1816 XI 20. Ew. Wohlgeboren danke ich verbindlichst für Ihre gütige Verwendung, wegen Subscription auf das Besselsche Werk; der Druck davon kann angefangen werden, indem nun 87 Subscribenten beisammen sind, wodurch der ganze zur Herausgabe erforderliche Aufwand vollkommen gedeckt wird. — Ihr Wunsch dass ein allgemeines Register für die 28 Bände der Mon. Corr. und der 4 Bände der v. Zach'schen Ephemeriden geliefert werden möchte, wurde schon früherhin von Gauss geäussert, und ich hatte auch schon einige Anstalten dazu getroffen, als mir die Buchhandlung erklärte, dass sie den Verlag dieses Registers nicht übernehmen könne, wenn sie nicht des Absatzes von

300 Exemplaren sicher wäre. Diese Versicherung konnte ich nun freilich nicht geben, und so unterblieb die Sache. Das Bedürfniss eines solchen Registers habe ich schon oft schmerzlich empfunden, da ich trotz meiner ziemlich vertrauten Bekanntschaft mit dieser Zeitschrift doch oft lange suchen musste, ehe ich das gewünschte fand. Ich gedenke aber nun die Sache wieder zur Sprache zu bringen und die Besitzer der Mon. Corr. zu ersuchen, ihre Stimme darüber zu geben, ob sie zu dem Erkauf eines Registers geneigt sind oder nicht. — Für Ihre gütigen Aeusserungen über meine Einleitung bin ich Ihnen sehr dankbar, und ich möchte beinahe sagen, dass es solcher Aufmunterungen bedarf, um mir nicht die Lust zu Arbeiten dieser Art zu benehmen, da mir von andern Seiten manche Vorwürfe darüber gemacht worden sind. Ganz besonders war diess von Burckhardt's Seite der Fall, der sich durch das in seiner Hinsicht darinnen gesagte auf das lebhafteste beleidigt gefühlt, und desshalb nicht an mich, sondern an Bohnenberger geschrieben hat. Ebenso haben auch Kramp, Schweiger etc. merkliche Unzufriedenheit geäussert. Da ich mir bestimmt bewusst bin, jedes Urtheil ganz ohne alle Personalität, blos aus meiner Ueberzeugung zu fällen, so macht es mir ein unangenehmes Gefühl, auch bei dem besten Willen literarische Zänkereien nicht vermeiden zu können. Einen Theil meiner Correspondenz mit den Pariser-Herren werden Sie im September — Octoberheft unserer Zeitschrift finden. — Auch Ihr Versprechen, Beiträge fernerhin zu liefern, ist mir höchst erfreulich; denn nur durch gemeinschaftliche Vereinigung unserer Arbeiten kann es gelingen, diesem Journal den bleibenden Werth zu geben, den ich ihm als einem Repertorium deutscher Astronomen gerne gesichert wissen möchte. Der Druck geht langsamer als es wünschenswerth ist, denn noch ist das September – Octoberstück nicht ausgegeben. — Ich habe mich wieder einmal neuerlich mit Atmosphäre, Wärme, Licht etc. beschäftigt und bin dadurch zu einer nähern Ansicht der schönen Beobachtungen geführt worden, die Sie mir theils vom Titlis und Zürich, theils von St. Moriz, Chur und Zürich aufgetheilt haben. Mich dünkt, es geht aus dieser ganz klar hervor, dass die Wärmeabnahme ganz bestimmt Funktion

der Temperatur ist, und auf keine Weise für eine Temperatur von + 1° und +20° als gleich angenommen werden kann. Sind so zahlreiche Beobachtungen vorhanden, dass daraus die Natur dieser Funktionen bestimmbar ist, so wird sich dann die correspondirende Correction für Refraction und Barometer-Messungen leicht geben lassen. Auch Saussure's Beobachtungen auf dem Col de Géant stimmen mit diesem Resultate überein, und ich werde dadurch zu der Frage veranlasst, ob wohl Saussure's dortige Baro-Thermo-Hygrometer-Beobachtungen irgendwo im Detail abgedruckt sind; denn das, was sich darüber in seinen Voyages befindet, ist bei Weitem nicht befriedigend. Besonders wünschenswerth scheint es mir aber, Ihre Beobachtungen hierüber noch vermehrt zu sehen, vorzüglich für ganz verschiedene Jahreszeiten. Würde es nicht vielleicht möglich sein, dass für die drei Punkte St. Moritz, Chur, Zürich in Januar und Februar correspondirende Beobachtungen erhalten werden könnten. Da Ew. Wohlgeboren zwei für Untersuchung dieser Art nothwendig erforderliche Eigenschaften „Beobachtungs-Talent und mechanische Geschicklichkeit" sehr glücklich in sich vereinigen, so veranlasst mich dies zu dem Wunsch, ob Sie nicht vielleicht über folgende zwei Gegenstände Versuche anstellen wollten: 1. Mit welcher Geschwindigkeit theilt sich Wärme mit? 2. Wird das Volumen und Gewicht fester Körper durch Temperatur - Aenderungen modificirt, und in welchen Verhältnissen geschieht diess. Mir sind noch keine bestimmten Versuche über diese Fragen bekannt, und doch glaube ich, dass beide über die Natur von Licht und Wärme interessante Aufschlüsse geben könnten. — Reichenbach hat jetzt für Construction von Meridian-Instrumenten im Wesentlichen völlig die Repsold'sche Idee angenommen und Mittagsfernrohr und Höhenkreis vereinigt. Ich wäre immer mehr geneigt die Construction des Troughton'schen nicht multiplicirenden Muralkreises für das Vorzüglichste zu halten. Freilich bekömmt man mittelst dieses unmittelbar nur Polar-Distanzen, allein mittelst eines gewöhnlichen Bordaischen Mutiplicationskreises wird sich immer auch durch scharfe Höhenbestimmung eines terrestrischen Objects der Nullpunkt des Muralkreises und dadurch ferner auch der

Zenithpunkt bestimmen lassen. — Es würde mir ungemein erwünscht sein, wenn ich durch gütige Vermittlung des Herrn von Krusenstern (dessen freundlichem Andenken ich mich bestens zu empfehlen bitte) mit englischen Astronomen und namentlich mit Pond und Robertson in Verbindung kommen könnte. Bis jetzt hat mir dies noch nicht gelingen wollen. Gauss, Olbers und ich haben an Pond geschrieben, allein keiner von uns hat eine Antwort erhalten. — Wie mag es wohl in Brasilien mit der Astronomie aussehen? Vielleicht könnten Sie durch Langsdorf eine Nachricht darüber erhalten. — Der Plan den Himmel zu einer speziellen Revision in Zonen zu vertheilen, wird sich realisiren; hätten Sie wohl Lust eine Zone zu übernehmen, und wüssten Sie vielleicht sonst noch Jemand in der Schweiz, der dies Geschäft übernehmen könnte und wollte? — Zach hat mir längst eine Beschreibung des Stutzschwanzes!*) versprochen, allein leider noch nicht geliefert, so dass meine Ideen darüber noch nicht im Klaren sind. Auch habe ich noch keine Beobachtungen damit erhalten. Ueber Schenk's Theodolith schrieb mir Zach vor einiger Zeit viel schönes, hat aber denselben nicht wieder erwähnt.

Littrow an Horner, Wien, 1822 II. 8. Ich bin Ihnen herzlichen Dank für die Güte schuldig, mit welcher Sie den Vorschlag, den Polarstern in jedem Punkte seines Parallelkreises zu Breitenbestimmungen zu benutzen, unterstützt haben. Ich glaube mit Ihnen dass die Sache sehr nützlich ist, und wenn sie nicht, wie alle Neuerungen, lange unbekannt bleiben, wenn sie vielmehr bald allgemeinen Eingang bei den Astronomen finden soll, so verdanken wir diess Ihrer freundlichen Sorgfalt. — Gestern erhielt ich von Baron Zach einige Exemplare lichen Ihrer Tafeln, die er aus der Corresp. astron. eigens abdrucken liess. Ich hoffe, sie werden bald ihre gute Wirkung äussern. — Erlauben Sie mir eine Frage wegen dieser Tafeln. Die Formel, nach welcher sie gerechnet sind, ist gewiss richtig. Wenn ich Ihre Zeichen beybehalte, so finde ich mit Ihnen

*) So nannte Zach den Theodoliten mit gebrochenem Fernrohr.

$$\text{Sin}\,\frac{dz}{2} = \text{Sin}\,p\,.\,\text{Sin}^2\,\frac{t}{2}\left[1 + \text{Tg}(\varphi+m)\,\text{Sin}\,m - 2\,\text{Sin}^2\,\frac{m}{2}\right]$$

und daraus durch eine leichte Verwandlung

$$dz = p\,.\,\text{Sin vers}\,t + p\,\text{Sin vers}\,t\,[\text{Tg}\,(\varphi + m)\,\text{Sin}\,m - \text{Sin vers}\,m]$$

$$- {}^1/_3\,p^3\,\text{Sin}^2\,1''\,\text{Sin}^2\,\frac{t}{2}\left(1 - \text{Sin}^4\,\frac{t}{2}\right)$$

und ich sehe, dass Sie das letzte in p^3 multiplicirte Glied gebraucht haben die kleine Correctionstafel pag. 5 zu bilden. Die Formel ist also bis p^3 inclusive gewiss recht, und doch finde ich Unterschiede zwischen den Resultaten Ihrer Tafel und denen der genauen trigon. Rechnung. Unterschiede, die oft über eine volle Secunde gehen, z. B.

			Reduction nach Rechnung	Tafel
$p = 1°40'$,	$t = 6^h$,	$\varphi = 60°$ gibt	2′ 31″, 1	2′ 29,5
1 40	6	58	2 19, 5	2 18,1
1 40	6	56	2 9, 4	2 8,0

			$\psi = 90° - \varphi$ nach Rechnung	Tafel
$p = 1°40'$,	$t = 4^h$	$z = 31°\ 0'\ 0''$ gibt	31° 48′ 11″, 5	31°48′ 12″,7
1 40	4	30 0 0	30 48 7, 2	30 48 8, 3
1 38	4	39 12 16,4	40 0 0, 0	39 59 59, 1

Woher kommen diese Unterschiede, da doch die Formel richtig ist? Haben Sie etwa die Grösse m nicht immer genau genommen, die etwas beschwerlich zu berechnen ist, wenn z gesucht werden soll? Oder haben Sie abkürzend

$$m = p - \frac{1}{2}\,dz = p - \frac{1}{2}\,(p\ \text{Sin vers}\,t) = p\,\text{Cos}^2\,\frac{t}{2}$$

gesetzt? Ich kann es nicht errathen, wo der Grund dieser Differenzen liegt und bitte Sie, mich darüber aufzuklären. — Uebrigens habe ich schon seit mehreren Jahren mir eine andere Methode entworfen diese Beobachtungen zu berechnen, die vielleicht auch nicht unbequem ist, und die ich mir die Freiheit nehme, Ihnen vorzulegen. Aus der Gleichung, von der wir beide ausgehen

$$\text{Cos}\, z - \text{Cos}\, p\ \text{Cos}\, (z + x) - \text{Sin}\, p\ \text{Sin}\, (z + x)\ \text{Cos}\, t = o$$

wo $x = \psi - z$ und ψ die Aequatorhöhe ist, folgt, wenn man den Sin und Cos von $(z + x)$ auflöst, und

$$\text{Sin}\, x = \frac{2\, Tg\, \frac{x}{2}}{1 + Tg^2 \frac{x}{2}} \quad \text{Cos}\, x = \frac{1 - Tg^2 \frac{x}{2}}{1 + Tg^2 \frac{x}{2}}$$

setzt, indem man die vierten Potenzen von p weglässt,

$$Tg \frac{x}{2} = \frac{1}{2} \text{Sin}\, p\,.\, \text{Cos}\, t - \frac{1}{4} \text{Sin}^2 p\,.\, \text{Sin}^2 t\,.\, Ctg\, z +$$

$$+ \, ^1/_8\, \text{Sin}^3 p\,.\, \text{Cos}\, t\, (1 + \text{Sin}^2 t)$$

und daraus durch eine einfache Verwandlung

$$x = p\ \text{Cos}\, t - {}^1/_2\, p^2\ \text{Sin}^2\, t\,.\, Ctg\, z + {}^1/_3\, p^3\, \text{Sin}^2\, t\, \text{Cos}\, t$$

ein ziemlich einfacher Ausdruck. Für einen gegebenen Ort lassen sich die zwei letzten Glieder in eine bequeme Tafel bringen, deren Argument t ist, und die Rechnung wird äusserst leicht. Für alle Beobachtungsorte construire ich eine allgemeine Tafel auf folgende Art: Ist

$$M = \frac{1}{2}\, p^2\, \text{Sin}^2\, t \qquad N = {}^1/_3\, p^3\, \text{Sin}^2\, t\,.\, \text{Cos}\, t$$

so hat man sofort

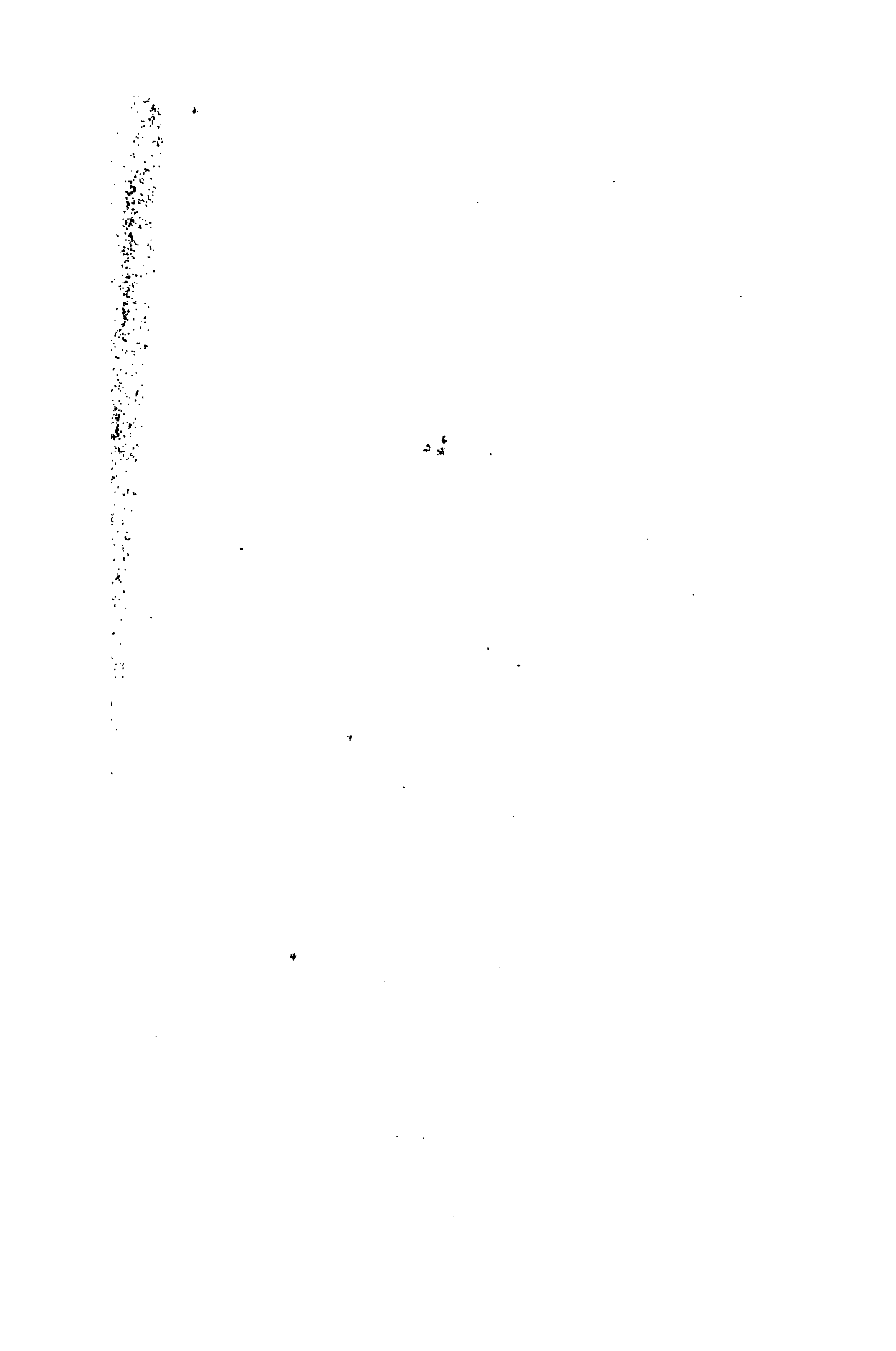
$$\psi = z + p\, \text{Cos}\, t - M\,.\, Ctg\, z + N$$

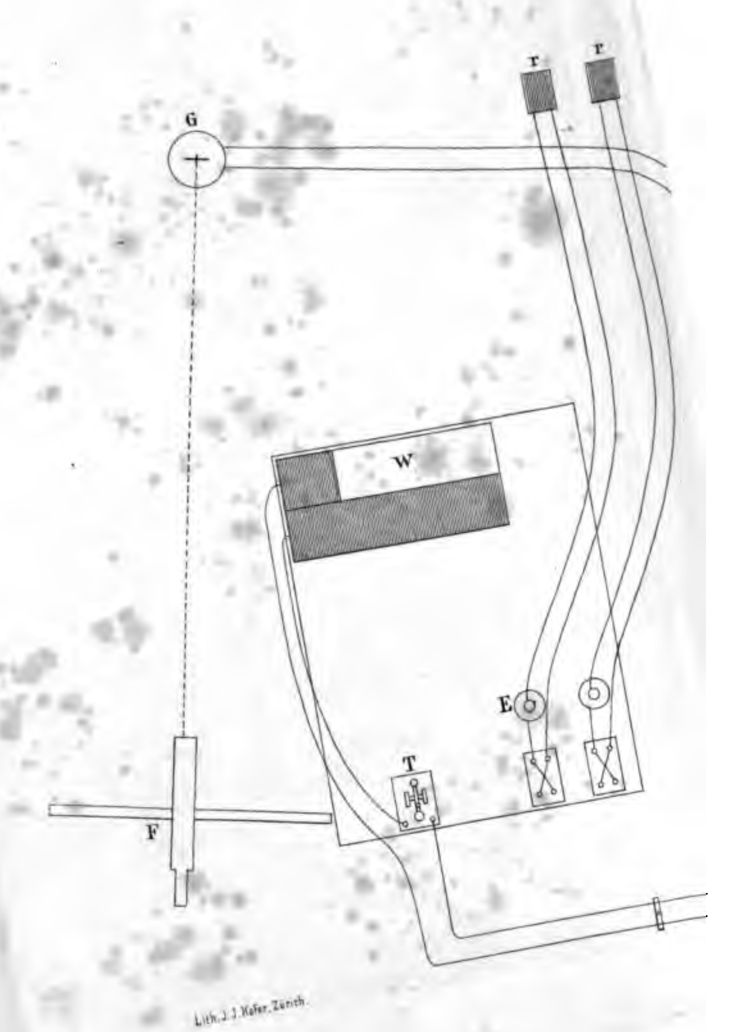
(Forts. folgt.)

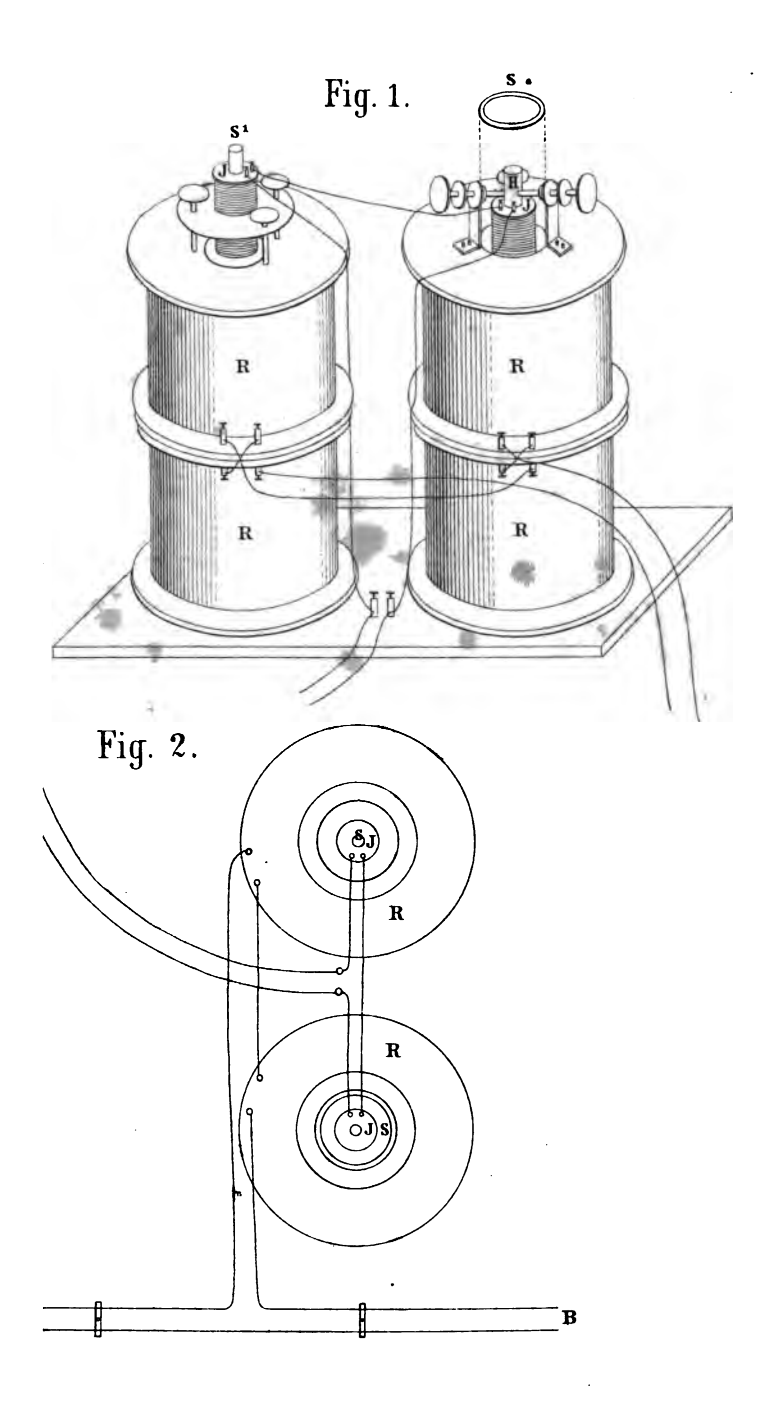
[R. Wolf.]

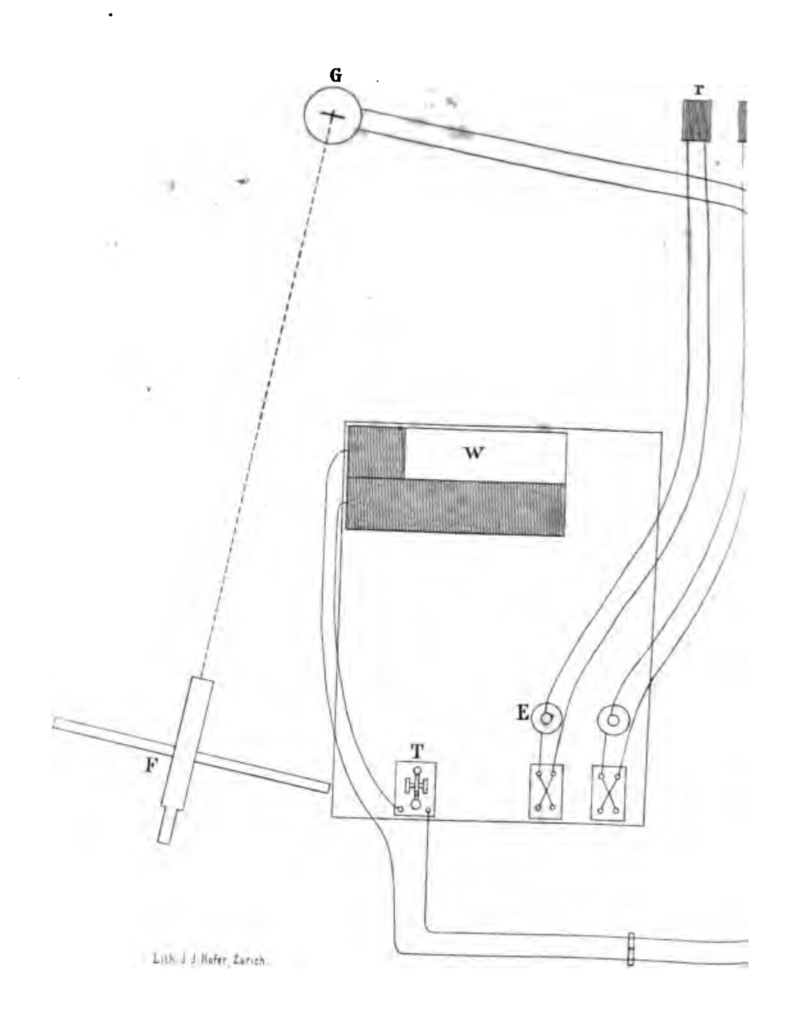
Errata.

Auf pag. 369 unterste Zeile lies statt J. Klater's Lemmia: Sklaters Lemuria.




G
r
r
W
E
T
F
Lith. J. J. Hofer, Zürich.


Fig. 1.
S
S¹
J
H
J
R
R
R
R
Fig. 2.
S
J
R
R
J
S
B



Lith. J. J. Hofer, Zurich.

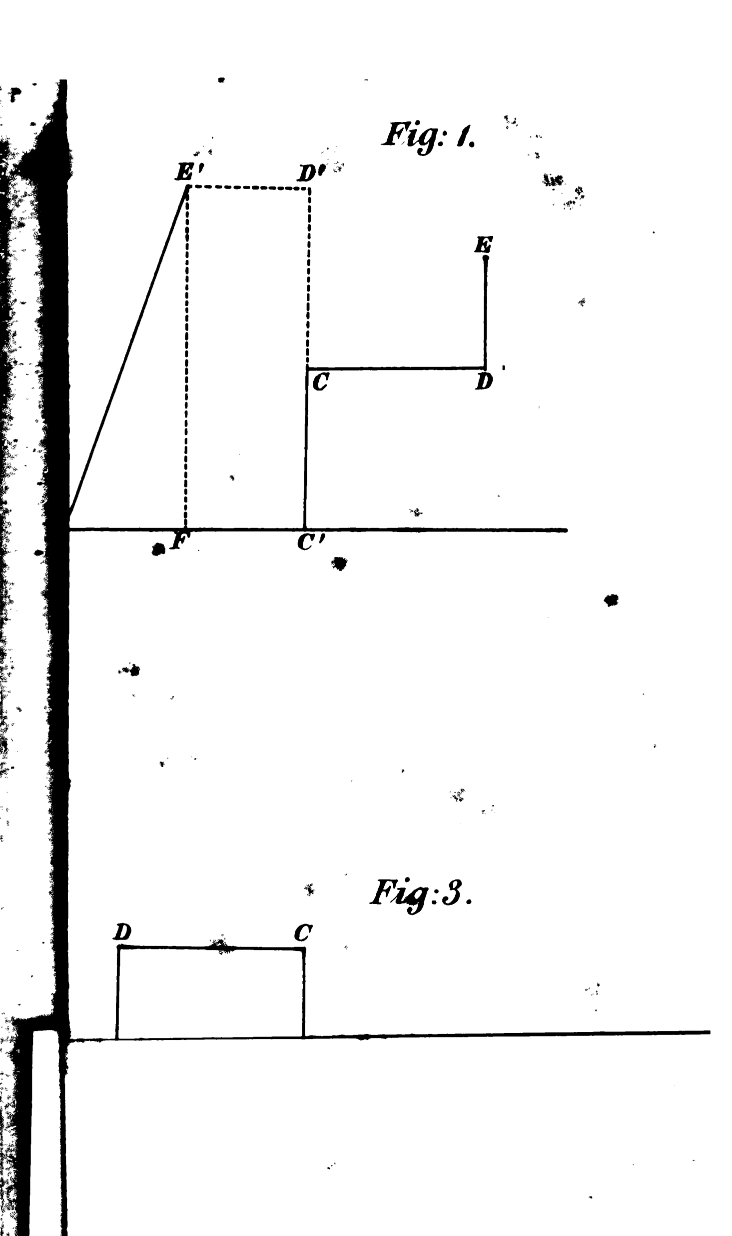


Fig: 1.
E'
D'
E
C
D
F
C'
Fig: 3.
D
C

